



TUGAS AKHIR – RC141501

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN
PERUMAHAN GREEN MANSION RESIDENCE
SIDOARJO**

WAHYU INDRA KUSUMA
NRP 3112 106 037

Dosen Pembimbing
Ir. BAMBANG SARWONO, MSc.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR – RC141501

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN
PERUMAHAN GREEN MANSION RESIDENCE
SIDOARJO**

WAHYU INDRA KUSUMA
NRP 3112 106 037

Dosen Pembimbing
Ir. BAMBANG SARWONO, MSc.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC141501

**SYSTEM DRAINAGE PLANNING OF
GREEN MANSION RESIDENCE OF SIDOARJO**

WAHYU INDRA KUSUMA
NRP 3112 106 037

Counselor Lecturer I
Ir.Bambang Sarwono, MSc.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Civil Engineering And Planning Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC141501

**SYSTEM DRAINAGE PLANNING OF
GREEN MANSION RESIDENCE OF SIDOARJO**

MUHAMMAD NURSALIM
NRP 3114 106 034

Counselor Lecturer I
Ir.Bambang Sarwono, MSc.

.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Civil Engineering And Planning Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN
PERUMAHAN GREEN MANSION RESIDENCE
SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Transportasi
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

WAHYU INDRA KUSUMA

NRP. 3112 106 037

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Bambang Sarwono, MSc. (Dosen Pembimbing)



**SURABAYA
DESEMBER, 2017**

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN PERUMAHAN GREEN MANSION RESIDENCE SIDOARJO

Nama Mahasiswa : Wahyu Indra Kusuma
NRP : 3112.106.037
Jurusan : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Sarwono, MSc.
NIP : 195303021987011001

ABSTRAK

PT. GM JAYA MANDIRI mendirikan kawasan perumahan Green Mansion Residence yang terletak di Jalan Ngingas, Waru - Sidoarjo. Dimana kawasan perumahan tersebut dikelilingi oleh 3 saluran, yaitu saluran Kedungturi yang mengalir menuju saluran Anak Afvoer Cantel dan dilanjutkan ke saluran Cantel yang berada di sisi selatan kawasan perumahan. Adapun perumahan Green Mansion Residence didirikan di atas lahan kosong yang masih berupa sawah. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan menjadi pemukiman, maka daya resap air hujan pada lahan tersebut juga akan berubah. Tentunya hal ini akan berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase.

Oleh karena itu diperlukan perencanaan sistem drainase Green Mansion Residence yang berfungsi untuk mengorganisasi sistem instalasi air dan untuk mengendalikan erosi yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan. Dengan adanya drainase pada perumahan

diharapkan untuk dapat meminimalisir terjadinya genangan yang terjadi akibat air hujan, serta didukung juga dari kondisi setempat seperti kemiringan lahan, kemiringan saluran dan material yang dipakai. Hal itu dapat mempengaruhi waktu pengaliran dan besarnya debit limpasan yang akan dibuang menuju saluran di luar kawasan. Hingga diketahui seberapa besarkah debit limpasan yang ada setelah terbangunnya kawasan perumahan? Untuk dapat menentukan fasilitas drainase yang akan digunakan seperti pintu air, pompa dan kolam tampung

Kata kunci : Sistem drainase *Green Mansion Residence, Afvoer Cantel.*

DRAINAGE SYSTEM PLANNING AT RESIDENTIAL AREA OF GREEN MANSION RESIDENCE SIDOARJO

Student Name : Wahyu Indra Kusuma
NRP : 3112.106.037
Department : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Consultant Lecturer : Ir. Bambang Sarwono, MSc.
NIP : 195303021987011001

ABSTRACT

PT. GM JAYA MANDIRI establishes residential area of Green Mansion Residence located in Jalan Ngingas, Waru - Sidoarjo, Where the residential is surrounded by 3 channels, namely Kedungturi channel flowing towards Afvoer Cantel the second channel and continued to Cantel channel located on the south side of residential area. The Green Mansion Residence is established on vacant land that is still in the form of paddy. With the change in land use to residential, then the absorbing power of rainwater on the land will also change. Obviously this will impact on the amount of runoff water to the drainage channel.

Therefore we need a drainage plan of Green Mansion Residence that serves to organize installation of the water system and to control erosion that can cause damages to buildings. With the drainage at residential is expected to be able to minimize the occurrence of inundation caused by rainwater, and also supported by the local conditions like land slope, channel slope and material used. It can affect the time of flow and the amount of runoff discharge to be

disposed toward the channel outside the region. Until getting “how much runoff debit will be there after establishing residential area?”. In order to determine the drainage facilities to be used as sluice gates, pumps and pond capacity.

Keywords: *Green Mansion Residence drainage system, Afvoer Cantel.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat – rahmatNya kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir saya yang berjudul :

”PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN PERUMAHAN *GREEN MANSION RESIDENCE* SIDOARJO”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk memenuhi syarat Mata Kuliah Teknik Ilmiah dan Pengerjaan Tugas Akhir pada Program Pendidikan Lintas Jalur Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar dimasa yang akan datang menjadi lebih baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Kedua Orang Tua Saya yang selaku mendidik, mendukung, dan mendoakan kami sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Ir. Bambang Sarwono, MSc., selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Edijatno, DEA., selaku dosen konsultasi TPI proposal tugas akhir
4. Ibu Yang Ratri S, ST,MT. Selaku dosen konsultasi proposal Tugas Akhir.
5. Segenap Dosen dan Staff Pengajaran pada program studi S1 Lintas Jalur Teknik Sipil ITS Surabaya.
6. Segenap teman – teman di Kampus yang telah memberikan motivasi dan dukungannya sehinggadapat meyelesaikan proposal tugas akhir.

Penyusunan tugas akhir ini sangatlah jauh dari kesempurnaan karena pada hakikatnya tak ada satupun didunia ini yang sempurna selain Allah SWT dan penyusun berharap semoga proposal tugas akhir ini nantinya dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukannya. Aamiin

Surabaya, Januari 2017

Wahyu Indra Kusuma

DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata pengantar	i
Daftar isi	ii
Daftar tabel	v
Daftar gambar	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang	1
1.2. Perumusan masalah	2
1.3. Batasan masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisa Hidrologi	5
2.1.1. Perhitungan Hujan Rerata	5
2.1.1.1 Rata-rata Aritmatik	5
2.1.1.2 Rata-rata Poligon Thiesen	5
2.1.2. Perhitungan Hujan Rencana	6
2.1.2.1 Metode Distribusi Gumbel	7
2.1.2.2 Metode Distribusi Log Pearson III	9
2.1.2.3 Metode Distribusi Log Normal	13
2.1.3. Uji Distribusi Data	13
2.1.3.1 Uji Chi Kuadrat	13
2.1.3.2 Uji Smirnov	16
2.1.4. Pemilihan Distribusi Frekuensi	18
2.1.5. Analisis Debit Rencana	19
2.1.5.1 Perhitungan Intensitas Hujan	19
2.1.5.2 Waktu Konsentrasi	20
2.1.5.3 Koefisien Pengaliran	21
2.1.5.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana	22
2.2. Teori Analisis Hidrolika Saluran	26
2.2.1. Kolam Tampung dan pintu Air	38

BAB III METODOLOGI

3.1.	Penyusunan Konsep dan Analisa Perencanaan	41
3.1.1.	Penyusunan Konsep	41
3.1.2.	Analisa Data	42
3.2.	Kesimpulan	43
3.3.	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Distribusi Curah Hujan Wilayah	45
4.2.	Analisa Frekuensi	45
4.3.	Perhitungan Distribusi	51
4.3.1	Distribusi Pearson Tipe III	51
4.3.2	Distribusi Normal	55
4.3.3	Distribusi Log Normal	59
4.3.4	Distribusi Log Pearson Tipe III	64
4.4	Uji Kecocokan Sebaran	69
4.4.1	Uji Chi Kuadrat	68
4.4.1.1	Distribusi Pearson Tipe III	68
4.4.1.2	Distribusi Normal	71
4.4.1.3	Distribusi Log Normal	73
4.4.1.4	Distribusi Log Pearson Tipe III	76
4.4.2	Uji Smirnov Kolmogorov	79
4.4.2.1	Distribusi Pearson Tipe III	79
4.4.2.2	Distribusi Normal	84
4.4.2.3	Distribusi Log Normal	89
4.4.2.4	Distribusi Log Pearson Tipe III	94
4.5	Kesimpulan Analisa Frekuensi	100
4.6	Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang	100
4.7	Perencanaan Saluran Kawasan Perumahan	101
4.8	Perencanaan Saluran Kawasan Perumahan	110
4.8.1	Estimasi Nilai t_0	102
4.8.1.1	Estimasi Nilai t_f (waktu aliran pada saluran)	104
4.8.1.2	Estimasi Nilai t_c (waktu aliran pada saluran)	104

4.9	Perhitungan Kolam Tampung dan Pintu Air	135
4.10	Analisa Muka Air	143
4.10.1	Analisa Muka Air di Outlet Kawasan Perumahan	143
4.10.2	Analisa Muka Air Kawasan Perumahan	143
BAB V KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan	153
Daftar Pustaka		158
Lampiran		
Biodata Penulis		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai k Distribusi Pearson III	12
Tabel 2.2	Nilai Kritis Do Untuk Uji Square	13
Tabel 2.3	Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal	17
Tabel 2.4	Nilai Kritis Do Untuk Smirnov	18
Tabel 2.5	Koefisien Pengaliran	24
Tabel 4.1	Data hujan harian tahun 1973 - 2007 diurutkan dari besar ke kecil	46
Tabel 4.2	Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$	47
Tabel 4.3	Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$	52
Tabel 4.4	Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$	56
Tabel 4.5	Perhitungan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})$, $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2$, $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3$, dan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$	61
Tabel 4.6	Perhitungan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})$, $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2$, $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3$, dan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$	66
Tabel 4.7	Uji Chi – Kuadrat Distribusi Pearson Tipe III	71
Tabel 4.8	Uji Chi – Kuadrat Distribusi Normal	74
Tabel 4.9	Uji Chi – Kuadrat Distribusi Log Normal	77
Tabel 4.10	Uji Chi – Kuadrat Distribusi Log Pearson Tipe III	80
Tabel 4.11	Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Pearson Tipe III	82
Tabel 4.12	Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk	

	Distribusi Normal	87
Tabel 4.13	Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal	92
Tabel 4.14	Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	97
Tabel 4.15	Kesimpulan Uji Kecocokan	100
Tabel 4.16	Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Normal	101
Tabel 4.17	Perhitungan to	104
Tabel 4.18	Data Perencanaan Drainase Blok A	106
Tabel 4.19	Data Perencanaan Drainase Blok B	108
Tabel 4.20	Data Perencanaan Drainase Blok C	110
Tabel 4.21	Data Perencanaan Drainase Blok D	112
Tabel 4.22	Data Perencanaan Drainase Blok E	114
Tabel 4.23	Data Perencanaan Drainase Blok F	115
Tabel 4.24	Data Perencanaan Drainase Blok G	117
Tabel 4.25	Data Perencanaan Drainase Blok H	120
Tabel 4.26	Data Perencanaan Drainase Blok I	122
Tabel 4.27	Data Perencanaan Drainase Blok J	123
Tabel 4.28	Data Perencanaan Drainase Blok K	124
Tabel 4.29	Data Perencanaan Drainase Blok L	125
Tabel 4.30	Perhitungan Nilai t_c Maksimum Saluran Tersier Dari Masing-Masing Blok	128
Tabel 4.31	Perhitungan Nilai t_c Saluran Sekunder Dari Saluran Sekunder Barat dan Timur	129
Tabel 4.32	Perhitungan Nilai t_c Saluran Primer Dari Saluran Primer Barat dan Timur	129
Tabel 4.33	Perencanaan Dimensi Saluran Tersier	131
Tabel 4.34	Perencanaan Dimensi Saluran Sekunder	132
Tabel 4.35	Perencanaan Dimensi Saluran Primer	133
Tabel 4.36	Kapasitas Saluran Sebagai Long Storage	134

Tabel 4.37	Perhitungan Kolam Tampung Barat	137
Tabel 4.38	Perhitungan Kolam Tampung Barat	139
Tabel 4.39	Hubungan Debit Outflow Pintu Air dengan Kedalaman Air Kolam Tampung	142

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Batas Lokasi Studi	4
Gambar 2.1	Kontinuitas Aliran Tak Tetap	28
Gambar 2.2	Prinsip Momentum Pada Saluran Terbuka	29
Gambar 2.3	Persamaan Momentum dan Kontinuitas	30
Gambar 2.4	Energi Dalam Saluran Terbuka	33
Gambar 2.5	Hidrograf Rasional Kolam Tampung	39
Gambar 2.6	Grafik Hubungan Volume inflow dan outflow	40
Gambar 3.3	Diagram Alir Tugas Akhir	44
Gambar 4.1	Ilustrasi Nilai t_0 dari Perumahan	103

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu penyangga Ibukota Provinsi Jawa Timur yang mengalami perkembangan pesat. Keberhasilan ini dicapai karena berbagai potensi yang ada di wilayah Sidoarjo itu sendiri, dalam bidang transportasi seperti Bandara Internasional Juanda dan Terminal Bus Purabaya yang merupakan salah satu terminal bus terbesar di Asia Tenggara yang dianggap sebagai milik Surabaya itu berada di wilayah Kabupaten Sidoarjo, selain dibidang transportasi, potensi lain juga terdapat dibidang industri dan perdagangan, pariwisata, serta usaha kecil dan menengah yang dapat dikemas dengan baik dan terarah. Dengan adanya berbagai potensi daerah serta dukungan sumber daya manusia yang memadai, maka dalam perkembangannya Kabupaten Sidoarjo mampu menjadi salah satu daerah strategis bagi PT.GM Jaya Mandiri untuk mendirikan pembangunan perumahan *Green Mansion Residence*.

Pembangunan Perumahan *Green Mansion Residence* oleh PT.GM Jaya Mandiri di Jalan Ngingas Waru Sidoarjo merupakan usaha untuk lebih menggiatkan kehidupan ekonomi dikawasan Waru Sidoarjo dan sekitarnya. Dengan pembangunan *Perumahan Green Mansion Residence* tersebut, otomatis akan mempengaruhi kondisi sistem drainase di sekitar wilayah tersebut. Perubahan jumlah limpasan air akan menjadi tolak ukur pertama yang harus diperhatikan dan dikelola dengan baik.

Masalah banjir di Kota Sidoarjo hingga saat ini masih belum dapat tertangani secara menyeluruh. Hal tersebut terjadi akibat terjadi perubahan alih fungsi lahan menjadi daerah pemukiman dan pusat kegiatan ekonomi lainnya. Tentunya ini akan berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase. Perkembangan ekonomi yang pesat tersebut belum didukung sepenuhnya secara maksimal oleh perkembangan peningkatan kapasitas drainase, sehingga menjadi masalah tersendiri dalam pengelolaan sistem drainase.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari uraian diatas dikarenakan adanya perubahan fungsi lahan kosong menjadi daerah kawasan perumahan, maka permasalahan yang akan dibahas pada Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain jaringan drainase di dalam kawasan?
2. Berapakah besarnya debit limpasan hujan didalam kawasan saat belum terbangunnya lahan dan saat telah terbangunnya kawasan perumahan?
3. Berapa kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan di dalam kawasan?
4. Berapa besar debit yang dibutuhkan untuk merencanakan kolam tampung yang juga dimanfaatkan sebagai tempat penyimpanan sementara?
5. Fasilitas drainase apa yang diperlukan pada sistem drainase perumahan *Green Mansion Residence*?

1.3 TUJUAN

Dengan adanya permasalahan yang ada, maka tujuan yang ingin di capai dari Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan jaringan saluran drainase di dalam Kawasan.
2. Mengetahui selisih debit limpasan untuk perencanaan saluran drainase.
3. Mendapatkan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit limpasan di dalam kawasan perumahan *Green Mansion Residence*.
4. Memperoleh dimensi kolam tampung untuk tempat penyimpanan sementara
5. Mengetahui fasilitas drainase yang sesuai dengan yang dibutuhkan pada perumahan *Green Mansion Residence*

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini perlu adanya pembatasan masalah dalam penulisannya dikarenakan terbatasnya data. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Limbah rumah tangga dari wilayah perumahan tidak termasuk dalam sistem drainase air hujan.
2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya tidak termasuk dalam pembahasan Tugas Akhir.
3. Studi kasus hanya dilakukan pada daerah Sidoarjo yang saluran pembuangnya berpengaruh pada saluran dalam kawasan perumahan.
4. Tidak merencanakan saluran diluar kawasan.

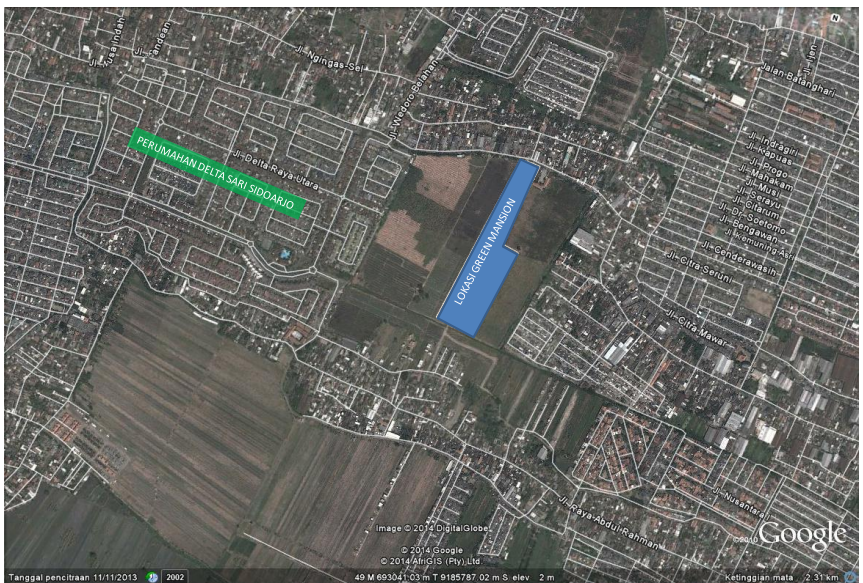
1.5 MANFAAT

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan Proposal Tugas Akhir ini adalah mendapatkan perencanaan sistem drainase kawasan perumahan *Green Mansion Residence*, sehingga dapat meminimalisir debit yang keluar dari kawasan agar tidak berdampak buruk terhadap sistem drainase yang ada disekitarnya.

1.6 LOKASI

Batas lokasi studi :

1. Sebelah Utara : Berbatasan Wedoro
2. Sebelah Barat : Berbatasan perumahan Delta Sari
3. Sebelah Timur : Berbatasan Tropodo
4. Sebelah Selatan : Berbatasan Pabean



Gambar 1.1 Batas Lokasi studi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisa Hidrologi

2.1.1. Perhitungan hujan rerata Daerah Pematuan

Ada tiga cara untuk melakukan perhitungan hujan rata rata daerah pematuan yaitu (a) Cara rata rata Aritmatik, (b) Cara rata rata thiesen dan (c) Cara Isyohiet. Dari ketiga cara tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya, selain itu cara ketiga membutuhkan kerapatan stasiun yang sesuai dengan jaring jaring kagan padahal untuk mendapatkan hal tersebut masih sulit dilakukan.

2.1.1.1. *Rata-rata aritmatik*

Metode rata-rata aritmatik ini, digunakan dengan cara menghitung rata-rata curah hujan dari stasiun yang terdekat. Rumus yang digunakan untuk cara ini adalah sebagai berikut :

$$R_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i$$

Keterangan :

R_x = curah hujan rata rata daerah pematuan
(mm)

n = jumlah stasiun hujan

R_i = curah hujan di stasiun hujan ke-i (mm)

2.1.1.2. *Rata-rata Poligon Thiesen*

Cara ini lebih teliti dibandingkan dengan cara sebelumnya terutama untuk daerah pematusan yang penyebaran stasiunnya tidak merata. Dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari masing masing stasiun maka diharapkan hasilnya lebih mendekati dari kenyataan.

Rumusan Poligon Thiesen adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{(A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dengan:

R = curah hujan rata-rata

R_1, R_2, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan

A_1, A_2, A_n = bagian luas yang mewakili tiap titik pengamatan

n = jumlah titik pengamata

2.1.2. *Perhitungan Hujan rencana dengan Distribusi Frekuensi*

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20 atau 25 tahun. Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan

maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, Log Pearson type III, Log Normal, dan Normal.

2.1.2.1. Metode Distribusi E.J. Gumbel Type I

Menurut Gumbel (1941) persoalan yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sampel-sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah :

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}}$$

dengan :

$P(X)$ = probabilitas

X = variabel berdistribusi eksponensial

e = bilangan alam = 2,7182818

A = konstanta

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu :

$$Tr(X) = \frac{1}{1 - P(X)}$$

dengan :

$Tr(X)$ = waktu balik

$P(X)$ = peluang

Menurut Soemarto (1986) ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dengan persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik $Tr(X)$ daripada probabilitas $P(X)$, untuk itu maka :

$$X_T = b - \frac{1}{a} \ln \left(-\ln \frac{Tr(X) - 1}{Tr(X)} \right), \text{ atau}$$

$$Y_T = -\ln \left(-\ln \frac{Tr(X) - 1}{Tr(X)} \right)$$

dengan :

$X_T = \text{variate } X$

$A, b = \text{konstanta}$

$Tr(X) = \text{waktu balik}$

$Y_T = \text{reduced variate}$

Chow dalam Soemarto (1986) menyarankan agar *variate* X yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$X_T = X + K \cdot S_X$$

dimana :

$X_T =$ variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun (mm)

$X =$ harga rerata dari harga (mm)

$S_x =$ standar deviasi

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return periode*) dan tipe distribusi frekuensi.

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus berikut :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

dengan :

Y_T = *Reduced variete* sebagai fungsi periode ulang
T

Y_n = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya
data n

S_n = *Reduced standart deviation* sebagai fungsi dari
banyaknya data n

Dengan mensubstitusi kedua persamaan di atas diperoleh :

$$X_T = X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S$$

2.1.2.2. Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah:

$$P(X) = \frac{1}{(a)\tau(b)} \left[\frac{X - C}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{X-C}{a} \right]}$$

Keterangan :

$P(X)$ = Fungsi kerapatan peluang Person tipe III

X = Variabel acak kontinyu

a, b, c = Parameter

τ = Fungsi gamma

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - k S$$

Keterangan :

Y = Nilai logaritmik dari X

\bar{Y} = Nilai rata-rata dari Y

S = Deviasi standar dari Y

k = Karakteristik dari distribusi log person tipe III

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe III, adalah :

- 1) Tentukan logaritma dari semua nilai X .
- 2) Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

n = jumlah data

- 3) Hitung nilai deviasi standarnya dari $\log X$:

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n - 1}}$$

- 4) Hitung nilai koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{S \log X})^3}$$

Sehingga persamaan diatas dapat ditulis :

$$\log X = \overline{\log X} + k \overline{S \log X}$$

- 5) Tentukan anti log dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs nya. Nilai Cs dapat dilihat pada tabel 2.1.

Apabila nilai $C_s = 0$, maka distribusi Log Pearson Tipe III identik dengan distribusi Log Normal, sehingga distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik Log Normal.

(Sumber : Soewarno, 1995:141-143)

Tabel 2.1 nilai k Distribusi Pearson Tipe III

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1.01	1.05	1.11	1.25	1.667	2	2.5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.4760	-0.396	-0.1240	0.420	1.180	2.0950	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.4770	-0.360	-0.0673	0.518	1.250	2.0933	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.4707	-0.330	-0.0287	0.574	1.284	2.0807	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.4637	-0.307	-0.0017	0.609	1.302	2.0662	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.4543	-0.282	0.0263	0.643	1.318	2.0472	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.4417	-0.254	0.0557	0.675	1.329	2.0240	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.4273	-0.225	0.0850	0.705	1.337	1.9962	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.4113	-0.195	0.1140	0.732	1.340	1.9625	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.3933	-0.164	0.1433	0.758	1.340	1.9258	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.3833	-0.148	0.1577	0.769	1.339	1.9048	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-1.733	-1.388	-1.116	-0.856	-0.3733	-0.132	0.1720	0.780	1.336	1.8877	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.3630	-0.116	0.1860	0.790	1.333	1.8613	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.3517	-0.099	0.2007	0.800	1.328	1.8372	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.3407	-0.083	0.2140	0.808	1.323	1.8122	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.3290	-0.066	0.2280	0.816	1.317	1.7862	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.3177	-0.050	0.2413	0.824	1.309	1.7590	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.3053	-0.033	0.2547	0.830	1.301	1.7318	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.2933	-0.017	0.2673	0.836	1.292	1.7028	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	-0.2807	0.000	0.2807	0.842	1.282	1.6728	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	-0.2673	0.017	0.2900	0.836	1.270	1.6417	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	-0.2547	0.033	0.3053	0.850	1.258	1.6097	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	-0.2413	0.050	0.3177	0.853	1.245	1.5767	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	-0.2280	0.066	0.3290	0.855	1.231	1.5435	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	-0.2140	0.083	0.3407	0.856	1.216	1.5085	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	-0.2007	0.099	0.3517	0.857	1.200	1.4733	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	-0.1860	0.116	0.3630	0.857	1.183	1.4372	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	-0.1720	0.132	0.3733	0.856	1.166	1.4010	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	-0.1577	0.148	0.3833	0.854	1.147	1.3637	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	-0.1433	0.164	0.3933	0.852	1.128	1.3263	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.732	-0.1140	0.195	0.4113	0.844	1.086	1.2493	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	-0.0850	0.225	0.4273	0.832	1.041	1.1718	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	-0.0557	0.254	0.4417	0.817	0.994	1.0957	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	-0.0263	0.282	0.4543	0.799	0.945	1.0200	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.600	0.0047	0.307	0.4637	0.777	0.895	0.9483	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.0287	0.330	0.4707	0.752	0.844	0.8807	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.0673	0.360	0.4770	0.711	0.771	0.7893	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.1240	0.396	0.4760	0.636	0.660	0.6650	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Dikutip dari: H. C. Scemmaro, B.E. Dipl. HE / Hidrologi Teknik

2.1.2.3. Metode Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal memiliki sifat yang khas yaitu nilai asimetrisnya (skewness) hampir sama dengan 3 dan bertanda positif. Atau nilai C_s kira-kira sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi (C_v).

Persamaan distribusi Log Normal sama dengan persamaan distribusi Log Pearson tipe III yang telah diuraikan di atas, dengan nilai koefisien asimetris $g \log x = 0$.

2.1.3. Uji Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

Pengujian parameter yang akan disajikan dalam masalah ini menggunakan:

1. Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)
2. Smirnov – Kolmogorov.

2.1.3.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis.

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

keterangan :

X_h^2 = Parameter uji chie kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Parameter X_h^2 merupakan variable acak. Peluang untuk mencapai nilai X_h^2 sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada tabel 2.2.

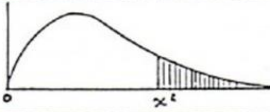
Prosedur uji Chi-Kuadrat adalah :

- 1) Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- 2) Kelompokkan data menjadi G subgroup, tiap-tiap subgroup minimal 4 data pengamatan
- 3) Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap subgroup;
- 4) Tiap-tiap subgroup hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
- 5) Jumlah seluruh G subgroup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chie kuadrat
- 6) Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$), untuk distribusi Normal dan Binomial, dan nilai $R = 1$, untuk distribusi Poisson)

Interprestasi hasilnya adalah :

1. Apabila peluang lebih besar dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,
2. Apabila peluang lebih kecil dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima,
3. Apabila peluang lebih kecil dari $(1 - 5)\%$ maka tidak dapat diambil kesimpulan, dengan kata lain perlu tambahan data.

Tabel 2.2 Nilai Kritis Do Untuk Uji Chi-Square



	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,816
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

(Sumber : Soewarno, 1995:194-195)

2.1.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric (*non parametric test*), karena pengujianya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing – masing data tersebut ;
 $X_1 P(X_1)$
 $X_2 P(X_2)$
 $X_m P(X_m)$
 $X_n P(X_n)$
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
 $X_1 P(X_1)$
 $X_2 P(X_2)$
 $X_m P(X_m)$
 $X_n P(X_n)$
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
 $D \text{ maximum } [P(X_m) - P'(X_m)]$.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov Kolmogorov Test) tentukan harga D_0 (lihat tabel 2.4)

Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 2.3 Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal

t	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0036	0,0034	0,0033	0,0032	0,0030	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0040	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0352	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0722	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2089	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9278	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9899	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

(Sumber :, Soewarno,1995:199)

Tabel 2.4 Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov- Kolmogorov

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber :, Soewarno,1995:199)

2.1.4. Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rancangan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi (Uji Smirnov Kolmogorov dan Kai Kuadrat), dimana metode terpilih adalah yang mempunyai *simpangan minimum*.

Dengan mengacu pada hasil perhitungan sebagaimana disajikan pada laporan hidrologi berikut disajikan rekapitulasi curah hujan rencana yang terpilih berdasarkan simpangan terkecil, sehingga akan dipakai pada perhitungan selanjutnya.

2.1.5. Analisis Debit Rencana

2.1.5.1. *Perhitungan Intensitas Hujan*

Hal terpenting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam 24 jam). Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya digunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

Dalam pembahasan data hujan ada 5 buah unsur yang harus ditinjau, yaitu :

- a) Intensitas i , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu misalnya, mm/menit, mm/jam, mm/hari.
 - b) Lama waktu (duration) t , adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
 - c) Tinggi hujan d , adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm
 - d) Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (return periode) T , misalnya sekali dalam T (tahun)
 - e) Luas, adalah luas geografis curah hujan
- Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Dr. Isiguro (1953).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$$

Dimana :

R_{24} = Curah hujan harian (24 jam)
 t = Waktu konsentrasi hujan (jam)
 m = Sesuai dengan angka Van Breen
 diambil $m = 2/3$

2.1.5.2. Waktu Konsentrasi

Asumsi bahwa banjir maksimum akan terjadi jika hujan berlangsung selama waktu konsentrasi atau melebihi waktu konsentrasi menyebabkan parameter waktu konsentrasi menjadi penting dikaji. Waktu konsentrasi didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh dititik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (outlet).

Lama waktu konsentrasi sangat tergantung pada ciri-ciri daerah aliran, terutama jarak yang harus ditempuh oleh air hujan yang jatuh ditempat terjauh dari titik tinjau. Lama waktu konsentrasi bisa didapatkan melalui hasil pengamatan ataupun dengan suatu pendekatan rumus. Pendekatan rumus yang ada pada umumnya mengacu pada jarak dari tempat terjauh jatuhnya hujan sampai titik tinjau (L) dan selisih ketinggian antara titik terjauh tersebut dengan titik tinjau (H), ataupun juga kemiringan lahan yang ada.

2.1.5.3. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran dan dinyatakan dengan angka

antara 0 – 1 yaitu bergantung pada banyak faktor. Disamping faktor – faktor meteorologis, faktor daerah aliran, faktor penting yang juga mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran ini adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan.

Tata guna lahan adalah usaha manusia untuk melakukan pemanfaatan lahan secara optimal dan bijaksana. Secara optimal berarti dapat menyediakan kebutuhan manusia baik secara ekonomi dan sosial, seperti penyediaan lahan perumahan, lahan perkantoran, lahan untuk pendidikan dan lain – lain.

Secara bijaksana berarti pengaturan lahan yang masih mempertimbangkan keseimbangan lingkungan seperti penyediaan daerah terbuka atau daerah hijau.

Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik (Sosrodarsono dan Takeda, 1976), sebagai berikut :

- a) Kondisi hujan
- b) Luas dan bentuk daerah pengaliran
- c) Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- d) Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- e) Kebebasan tanah
- f) Suhu udara, angin dan evaporasi
- g) Tata guna lahan

Dalam perencanaan sistem drainase kota, jika tidak ditentukan harga koefisien pengaliran daerah dapat dipakai pendekatan besarnya angka pengaliran (C) ditetapkan (Subarkah 1980) seperti Tabel 2.5.

2.1.5.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Banjir rencana ini secara teoritis hanya berlaku pada satu penampang / lokasi (penampang kontrol) di suatu ruas sungai, sehingga pada sepanjang ruas sungai akan terdapat besaran banjir rencana yang berbeda.

Salah satu metode untuk menghitung debit banjir rancangan adalah dengan metode Rasional (Imam Subarkah, 1980). Cara ini digunakan pertama kali oleh Mulvaney tahun 1847 di Irlandia. Persamaan Rasional yang dikembangkan sangat sederhana dan memasukkan parameter DAS sebagai unsur pokok, selain sifat-sifat hujan sebagai masukan. Jenis dan sifat parameter DAS tidak diperinci satu persatu, akan tetapi pengaruh secara keseluruhan ditampilkan sebagai koefisien limpasan (Sri Harto,1993).

Dalam daerah perkotaan, kehilangan–kehilangan air boleh dikatakan sedikit dan disebabkan waktu konsentrasi yang pendek maka debit keseimbangan seringkali dicapai. Dari alasan inilah rumus rasional masih digunakan untuk menaksir banjir dalam daerah perkotaan. Untuk penaksiran besarnya debit banjir dalam daerah aliran sungai yang besar rumus ini sudah kurang baik untuk digunakan (Soemarto, 1987). Sampai saat ini cara Rasional masih dapat diaplikasikan secara baik dan memberikan hasil yang layak dipergunakan untuk perencanaan banjir perkotaan dengan batasan-batasan tertentu (Lanny dan Joyce, 1996). Meskipun demikian penggunaan persamaan Rational ini memiliki keterbatasan dalam hal luas daerah Tangkapan saluran sehingga metode ini umumnya hanya digunakan untuk perhitungan pada saluran drainase perkotaan saja.

Perhitungan debit puncak banjir dengan metode ini berdasarkan asumsi :

- a) Terjadi hujan dengan intensitas yang sama seluruh wilayah untuk disain banjirnya.
- b) Debit puncak akibat intensitas terjadi dititik tinjau paling hilir daerah pematusan ada waktu daerah hulu menyumbang aliran / waktu konsentrasi.
- c) Asumsi diatas dijelaskan oleh Subarkah (1980) yang mengatakan bahwa pemikiran secara rasional ini didasari oleh anggapan bahwa laju pengaliran maksimum di saluran akan terjadi kalau lama waktu hujan sama dengan lama waktu konsentrasi.

Tabel 2.5. - Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tata Guna Tanah

Komponen lahan	Koefisien C (%)
Perkerasan :	
- aspal dan beton	0,70 – 0,95
- bata atau paving	0,70 – 0,85
Atap	0,70 – 0,95
Lahan berumput:	
- tanah berpasir, - landai (2%)	0,05 – 0,10
- curam (7%)	0,10 – 0,15
- tanah berat, - landai (2%)	0,13 – 0,17
- curam (7%)	0,18 – 0,22
Daerah perdagangan	
- penting, padat	0,70 – 0,95
- kurang padat	0,50 – 0,70
Area permukiman :	
- perumahan tunggal	0,30 – 0,50
- perumahan kopel berjauhan	0,40 – 0,60
- perumahan kopel berdekatan	0,60 – 0,75
- perumahan pinggir kota	0,25 – 0,40
- apartemen	0,50 – 0,70
Area industri :	
- ringan	0,50 – 0,80
- berat	0,60 – 0,90
Taman dan makam	0,10 – 0,35
Taman bermain	0,20 – 0,35
Halaman jalan kereta api	0,20 – 0,35
Lahan kosong/terlantar	0,10 – 0,30

Sumber : Disalin dan diterjemahkan dari *Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American Society of Civil Engineers and the Water Pollution Control Federation, 1969.*

Limpasan yang dihitung dengan rumus Rasional tersebut mempunyai variabel I (intensitas hujan) yang merupakan besaran air limpasan dan koefisien C (koefisien limpasan permukaan) yang juga faktor penentu dari besar limpasan, bisa dikendalikan sesuai fungsi penggunaan lahan yaitu berupa refleksi kegiatan manusia (Sabirin, 1997).

Persamaan Rasional ini dapat digambarkan dalam persamaan aljabar sebagai berikut ;

$$Q = Kc \cdot C \cdot I \cdot A,$$

bila Q (m³/det), I (mm/jam) A (Km²)

Dimana ;

C = koefisien pengaliran (tanpa satuan)

Kc = faktor konversi satuan unit

Sehingga;

$$m^3 / \text{det} = kc \cdot \left(\frac{10^{-3}}{3600} m / \text{det} \right) \cdot 10^6 \cdot m^2$$

$$kc = \left[\frac{(m^3 / \text{det})}{\left(\frac{10^{-3}}{3600} m / \text{det} \right) (10^6 m^2)} \right] = 0.27778 \approx 0.278$$

Rumus metode rasional dalam satuan metrik adalah sebagai berikut ;

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan ;

Q = debit banjir maksimum (m^3/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir
(mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (Km^2)

2.2. Teori Analisis Hidrolika Saluran

Model matematik untuk analisa hidrolis 1 dimensi umumnya dibuat dengan menggunakan persamaan St. Venant, dimana persamaan tersebut hanya dapat digunakan dengan baik untuk analisa aliran pada sungai atau saluran dengan kemiringan dasar kecil. Untuk menggunakan persamaan St. Venant maka asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a) Aliran adalah satu dimensi, maksudnya bahwa kecepatan aliran seragam (*uniform*) dalam suatu tampang, dan kemiringan muka air arah transversalnya horisontal.
- b) Distribusi tekanan adalah hidrostatis dimana kurva garis aliran sangat lemah dan akselerasi vertikalnya dapat diabaikan.
- c) Bahwa pengaruh kekasaran dinding dan turbulensi dapat diformulasikan sebagai persamaan kekasaran seperti yang dipakai pada aliran permanen.
- d) Bahwa kemiringan dasar saluran cukup kecil dan mendekati nol sehingga cosinus sudut dapat dianggap sama dengan satu.
- e) Bahwa kerapatan massa dari air selalu konstan.

Persamaan aliran satu dimensi ini menunjukkan kondisi aliran yang dinyatakan oleh dua variabel tak bebas h (tinggi air) dan Q (debit) untuk setiap titik di saluran. Variabel tak bebas ini menunjukkan kondisi aliran sepanjang saluran untuk setiap waktu t .

Untuk menguraikan gerakan aliran di dalam suatu daerah aliran tertentu diperlukan suatu persamaan – persamaan yang dapat diselesaikan dengan cara analitis atau numerik dengan menerapkan kondisi batas. Persamaan – persamaan yang diperlukan tersebut adalah persamaan kontinuitas, persamaan energi dan persamaan momentum.

Dasar persamaan kontinuitas *unsteady flow* pada saluran terbuka diturunkan sebagai persamaan berikut (Raju, 1986:9):

$$\frac{dQ}{dx} + \frac{dA}{dt} = 0$$

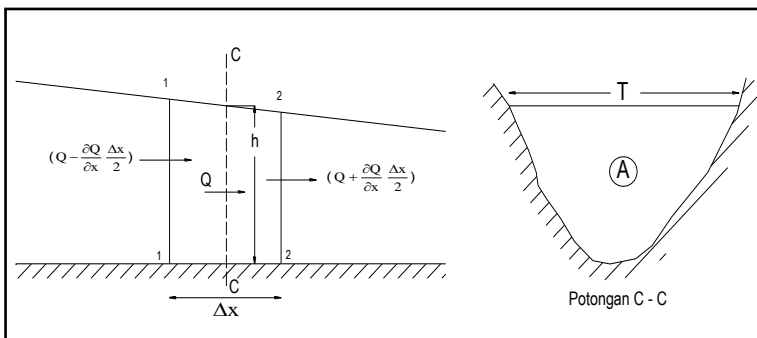
Dengan :

Q = debit (m^3/dt)

x = panjang pias (m)

A = luas penampang (m^2)

t = waktu (detik)



Gambar 2.1. Kontinuitas Aliran Tak Tetap

Sumber : Raju, 1986:9

Apabila pada suatu aliran yang diperhitungkan adalah kehilangan energi maka yang digunakan adalah persamaan kontinuitas dan persamaan energi. Sedangkan apabila yang diperhitungkan adalah gaya-gaya luar yang bekerja maka yang digunakan adalah persamaan kontinuitas dan persamaan momentum.

Persamaan momentum menyatakan bahwa pengaruh dari semua gaya luar terhadap volume kontrol dari cairan dalam setiap arah sama dengan besarnya perubahan momentum dalam arah itu, yaitu (Raju, 1986:11) :

$$\Sigma F_x = \rho \cdot Q \cdot \Delta U$$

$$W \sin \theta + P_1 - P_2 - F_f - F_a = \rho Q (U_2 - U_1)$$

Dengan :

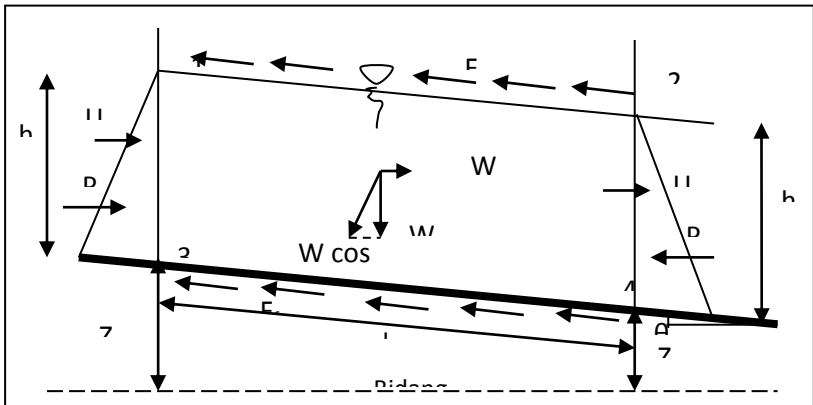
P_1 dan P_2 = muatan hidrostatik pada potongan 1 dan 2

W = berat volume kontrol

θ = kemiringan dasar dengan garis mendatar

F_f = gesekan batas terhadap panjang Δx

F_a = tahanan udara pada permukaan bebas



Gambar 2.2 Prinsip Momentum Pada Saluran Terbuka
 Sumber : Raju, 1986:10

Persamaan konservasi momentum akan ekuivalen dengan konservasi energi apabila variabel – variabel tidak bebasnya kontinu sepanjang aliran. Karena persamaan konservasi massa dan momentum lebih layak dipakai untuk aliran kontinu dan tidak kontinu maka persamaan aliran ini didasarkan pada persamaan kontinuitas dan persamaan momentum.

Hukum kekekalan massa pada suatu pias tertentu menyatakan bahwa “aliran pada suatu pias akan sama dengan perubahan tampungan yang terjadi di dalam pias tersebut”. Hukum kekekalan massa dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

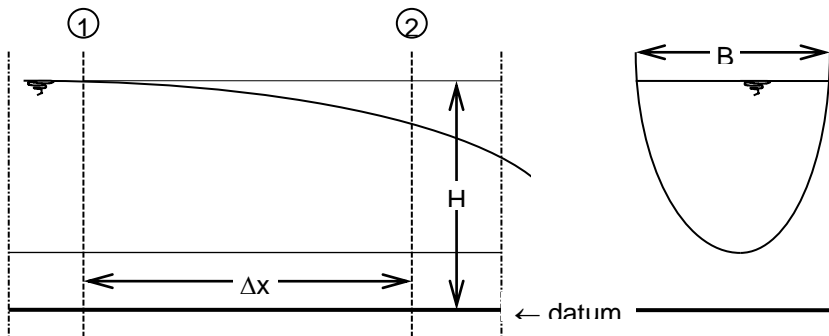
Hukum kekekalan momentum dalam pias menyatakan bahwa perubahan momentum per-satuan waktu dalam suatu pias air yang

mengalir dalam suatu saluran adalah sama dengan resultante semua gaya luar yang bekerja pada pias tersebut. Persamaan momentum untuk aliran tak-langeng dapat ditulis:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial(\alpha Qv)}{\partial x} + \frac{g|Q|Q}{C^2 AR} = b\gamma w^2 \cos(\Phi - \phi)$$

Hubungan Q, v, dan A adalah sebagai berikut:

$$Q = v \times A$$



Gambar 2.3. Persamaan Momentum dan Kontinuitas
dimana :

t	=	waktu
x	=	jarak yang diukur pada as saluran
$H(x,t)$	=	elevasi permukaan air
$v(x,t)$	=	kecepatan rata-rata aliran air
$Q(x,t)$	=	debit
$R(x,H)$	=	jari-jari hidraulik
$A(x,H)$	=	luas aliran

$b(x,H)$	=	lebar aliran
$B(x,H)$	=	lebar tampungan aliran
g	=	percepatan grafitasi
$C(x,H)$	=	koefisien de Chezy
$w(t)$	=	kecepatan angin
$\Phi(t)$	=	sudut arah angin terhadap utara
$\phi(t)$	=	sudut arah aliran terhadap utara
$\gamma(x)$	=	koefisien konfersi angin
α	=	faktor koreksi kecepatan untuk aliran tidak seragam

$$\alpha = \frac{A}{Q^2} \int v(y, z)^2 dydz$$

Prosedur perhitungan didasarkan pada penyelesaian persamaan aliran satu dimensi melalui saluran terbuka. Aliran satu dimensi ditandai dengan besarnya kecepatan yang sama pada seluruh penampang atau digunakan kecepatan rata-rata.

Persamaan energi digunakan sebagai dasar perhitungan untuk aliran *steady* dalam saluran terbuka, diberikan oleh persamaan berikut ini (Chow, 1997:243) :

$$h_1 + \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = h_2 + \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + h_f + h_e$$

Dengan :

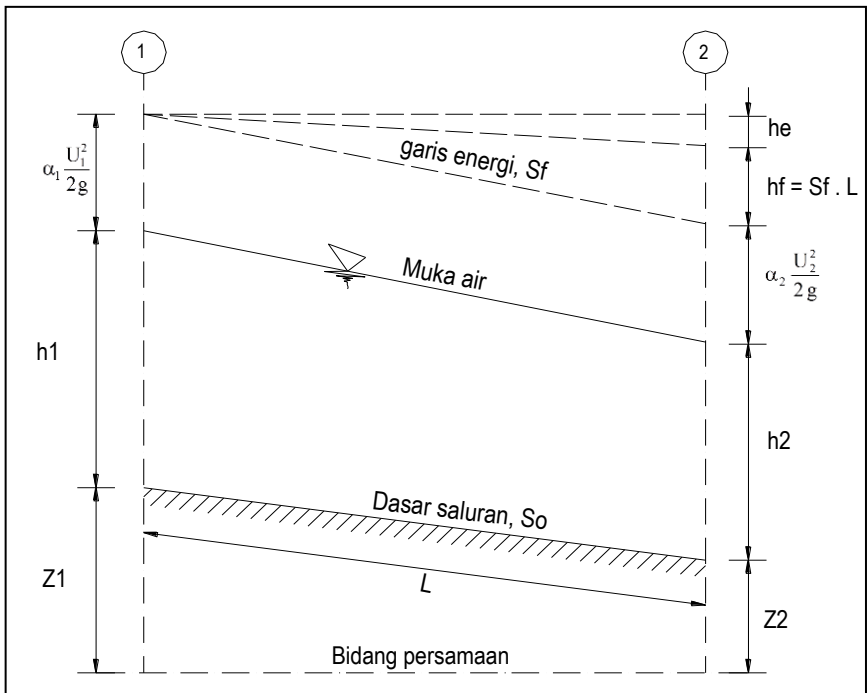
g	= percepatan gravitasi (m^2/dt)
h_f	= kehilangan tinggi akibat gesekan (m)
h_e	= kehilangan tinggi akibat perubahan penampang (m)
U	= kecepatan rerata (m/dt)
α	= koefisien distribusi kecepatan
z	= ketinggian dari datum (m)
h	= kedalaman air (m)

Profil permukaan air dapat dihitung dari satu penampang melintang ke penampang melintang berikutnya dengan menyelesaikan persamaan energi dengan menggunakan sebuah prosedur interaktif yang disebut “Standart Step method”.

Kehilangan tinggi energi pada penampang sungai diakibatkan oleh gesekan dan perubahan penampang. Adapun kehilangan tinggi energi akibat perubahan penampang terdiri dari dua yaitu akibat kontraksi dan ekspansi. Kontraksi dan ekspansi terjadi akibat *back water* yang disebabkan perubahan penampang, atau perubahan kemiringan dasar saluran yang sangat curam sekali. Kehilangan akibat gesekan di evaluasi sebagai hasil dari kemiringan garis energi S_f dan panjang L (Anonim, 2001:2-3), seperti terlihat dalam persamaan berikut:

$$h_f = L \cdot \bar{S}_f$$

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$



Gambar 2.4 Energi Dalam Saluran Terbuka

Sumber : Chow, 1997:239

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$$

Dengan :

- h_f = kehilangan energi akibat gesekan (m)
- L = jarak antar sub bagian (m)
- S_f = kemiringan garis energi (friction slope)
- K = pengangkatan aliran tiap sub bagian
- Q = debit air (m^3/dt)

Kehilangan tinggi energi akibat kontraksi dan ekspansi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : (Anonim, 2001:2-11)

$$h_e = C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Dengan :

C = koefisien akibat kehilangan tinggi kontraksi dan ekspansi

Program ini akan mengasumsi, kontraksi terjadi jika tinggi kecepatan di hilir lebih besar dari tinggi kecepatan di hulu dan ekspansi terjadi pada kondisi sebaliknya.

Tinggi kehilangan energi terdiri dari kehilangan energi akibat gesekan dan kehilangan energi akibat perubahan penampang melebar atau menyempit. Persamaan tinggi kehilangan energi sebagai berikut :

$$h_e = L \bar{S}_f + C \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

Dimana :

L = panjang penampang pembobot debit

\bar{S}_f = kemiringan gesekan antara kedua penampang

C = koefisien kehilangan akibat pelebaran atau penyempitan

Panjang penampang pembobot dapat dihitung :

$$L = \frac{L_{lob} \cdot \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \cdot \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \cdot \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

dimana :

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} = Panjang penampang melintang untuk aliran di bantaran kiri, saluran utama dan bantaran kanan.

\overline{Q}_{lob} , \overline{Q}_{ch} , \overline{Q}_{rob} = rata-rata aliran antara dua penampang untuk bantaran kiri, saluran utama dan bantaran kanan.

Penentuan daya hantar (*conveyance*) total dan koefisien kecepatan diperlukan dalam permodelan, sehingga penampang aliran dibagi menjadi beberapa bagian dimana setiap bagian dapat dianggap terjadi distribusi kecepatan secara merata. Daya hantar dihitung per-bagian penampang dengan persamaan Manning sebagai berikut :

$$Q = K.S_f^{1/2}$$

Pengangkutan aliran K_j dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Anonim, 2001:2-4):

$$K_j = \frac{1.49}{n_j} A_j R_j^{\frac{2}{3}} \quad (\text{dalam satuan Inggris})$$

$$K_j = \frac{1}{n_j} A_j R_j^{\frac{2}{3}} \quad (\text{dalam satuan Metrik})$$

Dengan :

K_j = pengangkutan tiap bagian

n = koefisien kekasaran manning tiap bagian

A_j = daerah aliran tiap bagian

R_j = jari-jari hidrolis tiap bagian

Program akan menjumlahkan penambahan pengangkutan di daerah pinggir sungai untuk mendapatkan pengangkutan di daerah samping kiri dan kanan. Pengangkutan di bagian utama saluran dihitung sebagai elemen pengangkutan tunggal. Pengangkutan total pada penampang melintang didapatkan dengan menjumlahkan pengangkutan di tiga bagian (kiri, tengah dan kanan).

$$K = \sum_{j=1}^n K_j$$

Dengan :

n = adalah jumlah sub bagian pada suatu penampang melintang sungai.

Selanjutnya debit total yang mengalir merupakan hasil penjumlahan debit pada bagian penampang kiri, tengah dan kanan. Ketika permukaan air melalui kedalaman kritis, maka persamaan energi sudah tidak dapat digunakan. Persamaan energi hanya dapat digunakan pada kondisi aliran berubah lambat laun, dan tidak dapat digunakan untuk kondisi aliran berubah dengan cepat seperti peralihan dari aliran sub kritis ke super kritis (terjunan) atau peralihan dari aliran super kritis ke sub kritis (loncatan). Sehingga perlu digunakan persamaan momentum untuk menyelesaikan persoalan ini.

Aliran dalam suatu penampang melintang tidak dibagi menjadi beberapa sub bagian, kecuali terjadi perubahan dalam area saluran utama. Dan program akan menerapkannya dalam perhitungan pada penampang melintang. Jika tidak dapat diterapkan, maka program akan menghitung satu nilai n

kekasaran untuk seluruh bagian saluran. Untuk perhitungan n komposit, saluran utama dibagi menjadi n bagian, dimana setiap sub bagian diketahui parameter basah P_i dan koefisien kekasarannya n_i . (Anonim, 2001 : 2-7).

$$n_c = \left| \frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1,5})}{P} \right|^{2/3}$$

Dengan :

n_c = koefisien kekasaran komposit

P = parameter basah untuk saluran utama

P_i = parameter basah untuk sub bagian ke-i

n_i = koefisien kekasaran untuk sub bagian ke-i

Untuk masing-masing penampang melintang diperlukan informasi mengenai profil penampang melintang dititik tersebut, koefisien kontraksi, koefisien ekspansi dan koefisien kekasaran Manning (n). Nilai n pada suatu saluran tidak selalu sama. Nilai tersebut bervariasi meskipun pada penampang yang sama, hal tersebut karena adanya faktor pengaruh pada keadaan disekitar sungai (Chow,1988). Faktor tersebut adalah kekasaran permukaan, tumbuhan, ketidakteraturan saluran, trase saluran, pengendapan dan penggerusan, hambatan, ukuran dan bentuk saluran, taraf air dan debit, perubahan musiman, endapan melayang dan endapan dasar. Pengambilan harga n tersebut tergantung pula pada pengalaman perencana. Harga koefisien Manning berdasarkan jenis material pembentuk saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5. Harga koefisien Manning (n) untuk berbagai tipe

Tipe Saluran	Harga n
1. Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0,025
2. Saluran dari pasangan batu dengan pasangan	0,015
3. Saluran dari beton	0,017
4. Saluran alam dengan rumput	0,020
5. Saluran dari batu	0,025

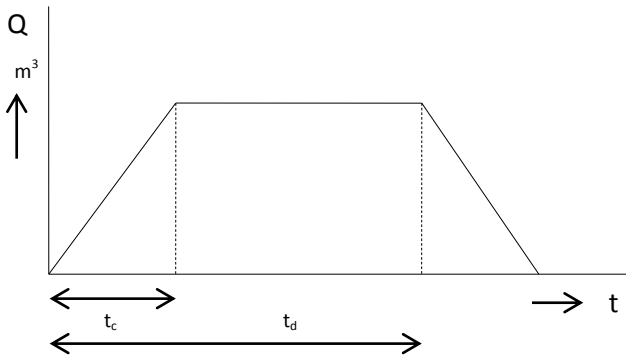
saluran

Sumber : Chow, 1988

2.2.1. Kolam Tampungan dan Pintu Air

Perencanaan kolam tampungan pada kawasan *The Atlantis* bertujuan untuk menampung limpasan yang terjadi pada kawasan wisata agar tidak membebani kapasitas saluran pada saat terjadi hujan. Agar kolam tampungan tidak menjadikan genangan pada kawasan wisata, maka perlu adanya pintu air pada kolam tampungan. Besarnya debit yang keluar dari kolam tampungan menuju saluran diatur sesuai dengan kondisi eksisting yang masuk ke saluran.

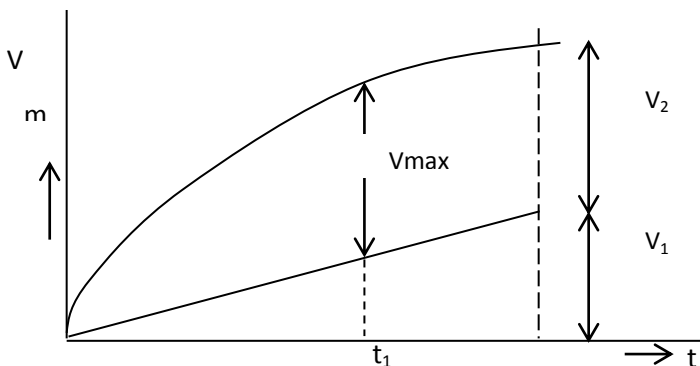
Perhitungan kapasitas kolam tampungan berdasarkan waktu konsentrasi (t_c) dari sistem drainase yang bermuara di kolam tampungan. Intensitas hujan (I) yang tidak merata yang terjadi pada DAS kawasan wisata, maka ditetapkan lamanya hujan (t_d) selama 2 jam, sehingga bentuk hidrograf pada kolam tampungan berbentuk trapesium.



Gambar 2.5 Hidrograf Rasional Kolam Tampung.

Sumber : Stormwater Management Quantity and Quality, Martin P. Wanielista

Prinsip hidrolik kerja kolam tampungan meliputi hubungan antara *inflow* (I , aliran masuk ke kolam tampungan) dari saluran-saluran drainase, *outflow* (O , aliran keluar dari kolam tampungan) dan *storage* (V , tampungan dalam kolam tampungan) dapat digambarkan dalam sket berikut dibawah ini. Air dari dalam kolam tampungan dibuang dengan bantuan pintu air dengan debit konstan.



Gambar 2.6 Grafik Hubungan Volume *Inflow* dan *Outflow* Terhadap Waktu

V = Volume limpasan total (m^3)

V_1 = Volume yang dibuang dengan bantuan pintu dengan debit konstan (m^3)

V_2 = Volume akhir kolam tampungan (m^3)

V_{\max} = Volume maksimum kolam tampungan (m^3)

Sedangkan perencanaan lebar dan besar bukaan pintu air pada kolam tampungan dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$Q = qd * A_o * \sqrt{2g * h}$$

Dimana

Q = Debit *outflow* (m^3/det)

qd = Koefisien aliran, digunakan nilai 0,60.

A_o = Luas penampang bukaan pintu air (m^2)

h = Tinggi bukaan pintu air (m)

q = Percepatan gravitasi, $9,80 m^2/det$.

BAB III METODOLOGI

3.1 Penyusunan Konsep dan Analisa Perencanaan

Yaitu menyusun langkah-langkah pengerjaan dan kriteria-kriteria yang dipakai dalam menganalisa permasalahan dan perencanaan sistem drainase di kawasan studi. Dalam hal ini meliputi :

3.1.1 Penyusunan Konsep :

Konsep penyelesaian pada perencanaan sistem drainase kawasan *Green Mansion Residence* pada dasarnya adalah tidak membebani saluran eksisting dengan pengaliran secara gravitasi, dan sedapat mungkin mengalirkan sesuai kondisi sebelum adanya kawasan perumahan. Dan hasil yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini yaitu mendapatkan tinggi lahan kawasan perumahan dan sistem drainase pada kawasan Perumahan yang mengacu pada elevasi muka air banjir di hilir saluran pembuang.

Urutan konsep penyelesaian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan arah aliran di dalam kawasan *Green Mansion Residence*.
2. Menghitung besarnya debit yang masuk pada masing-masing saluran.
3. Merencanakan dimensi saluran dari debit yang masuk pada masing-masing saluran.
4. Merencanakan volume dan kedalaman kolam tampungan berdasarkan debit yang masuk dan debit yang keluar.

5. Menghitung kedalaman saluran luar kawasan akibat debit banjir periode ulang 10 tahun.
6. Menentukan tinggi urugan awal kawasan dari elevasi muka air banjir saluran luar kawasan.
7. Mencari elevasi lahan kawasan.

3.1.2 Analisa Data :

Analisa data meliputi :

- 1) Analisa Hidrologi :
 - Analisa hujan rata-rata DAS menggunakan data hujan Stasiun Hujan yang berpengaruh pada saluran dalam kawasan Perumahan.
 - Uji kecocokan distribusi hujan.
 - Uji kecocokan distribusi menggunakan Uji Chi Kuadrat (rumus 2.21) dan Smirnov Kolmogorov (rumus 2.15).
 - Perhitungan curah hujan periode ulang 2 tahun dan 10 tahun.
 - Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) menggunakan rumus Kirby (rumus 2.23).
 - Perhitungan intensitas hujan (I) menggunakan rumus Mononobe.
 - Penentuan koefisien pengaliran gabungan (C) (rumus 2.26).
 - Harga koefisien pengaliran ditunjukkan pada tabel 2.6.
 - Perhitungan debit kawasan *Green Mansion Residence* menggunakan rumus rasional (rumus 2.27).
- 2) Analisa Hidrolika :

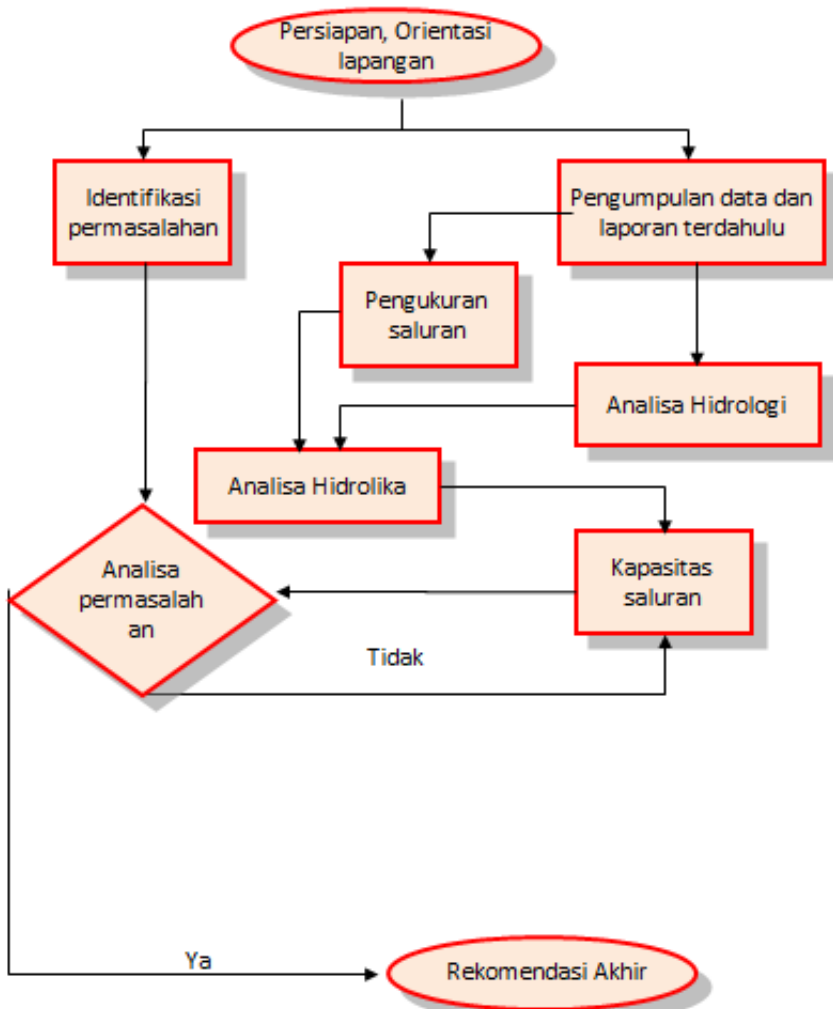
- Perhitungan kapasitas saluran menggunakan rumus 2.28.
- Penentuan koefisien kekasaran saluran menggunakan Manning ditunjukkan pada tabel 2.4.
- Analisa profil permukaan muka air kawasan perumahan menggunakan metode tahapan langsung (*direct step*). Menggunakan rumus 2.31.
- Perhitungan kolam tampungan ditunjukkan pada (rumus 2.29)
- Analisa pintu air menggunakan (rumus 2.30)

3.2 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir mengenai perencanaan sistem drainase dari kawasan *Green Mansion Residence* adalah :

- 1) Mendapatkan desain jaringan drainase dari kawasan *Green Mansion Residence*.
- 2) Mengetahui besarnya debit air hujan yang masuk ke saluran sehubungan dengan adanya perubahan lahan akibat pembangunan kawasan *Green Mansion Residence*, serta pengaruhnya terhadap saluran luar kawasan.
- 3) Mengetahui elevasi lahan yang dibutuhkan untuk kawasan *Green Mansion Residence* agar sistem drainase dapat berjalan lancar menuju saluran luar kawasan yang diteruskan ke laut.
- 4) Mengetahui kondisi eksisting saluran luar kawasan sebelum dan sesudah adanya kawasan *Green Mansion Residence*.

3.3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir perencanaan sistem drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence merupakan curah hujan rata-rata dari titik pengamatan dalam hal ini adalah stasiun hujan Bono.

Penentuan titik pengamatan atau stasiun hujan Bono berdasarkan perhitungan daerah pengaruh tiap titik pengamatan atau stasiun hujan dengan metode teisen poligon. Kota Sidoarjo memiliki beberapa titik pengamatan atau stasiun hujan yang tersebar di berbagai tempat satu diantaranya adalah stasiun hujan Bono. Cara untuk mencari besarnya daerah pengaruh tiap titik pengamatan atau stasiun hujan yaitu dengan menghubungkan tiap titik pengamatan atau stasiun hujan yang berdekatan dengan sebuah garis lurus kemudian menentukan titik tengah dari garis yang berhubungan tersebut dengan garis yang tegak lurus. Lihat lampiran Gambar 4.

Melalui metode tiesen poligon, dapat diketahui bahwa lokasi perumahan Green Mansion Residence diwakili oleh 1 (satu) titik pengamatan atau stasiun hujan saja yaitu stasiun hujan Bono.

4.2 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi merupakan analisa mengenai pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang berserta nilai probabilitasnya. Berikut ini merupakan data hujan harian tahun 1973 - 2007 stasiun hujan Bono yang telah diurutkan dari nilai terbesar ke nilai terkecil.

Tabel.4.1. Data hujan harian tahun 1973 - 2007 diurutkan dari besar ke kecil

No. Urut	Tahun	R ₂₄ (mm)	No. Urut	Tahun	R ₂₄ (mm)
1	2002	150	19	1999	95
2	1978	150	20	1981	95
3	1996	140	21	1997	93
4	1994	135	22	2005	90
5	1973	135	23	1979	90
6	1992	133	24	1990	83
7	2006	130	25	1984	80
8	1995	125	26	1977	80
9	2001	124	27	1975	80
10	2003	117	28	2004	79
11	1985	115	29	1987	74
12	2000	110	30	1998	73
13	1989	110	31	1991	73
14	1983	110	32	1988	73
15	1980	110	33	1974	60
16	1993	109	34	1982	51
17	1986	106	35	1976	50
18	2007	97			

Sebelum memilih distribusi probabilitas yang akan dipakai, dilakukan perhitungan analisa terlebih dahulu terhadap data yang ada. Dalam hal ini perhitungan distribusinya adalah sebagai berikut :

Tabel.4.2. Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	2002	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
2	1978	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
3	1996	140	100,714	39,286	1543,367	60632,289	2381982,768
4	1994	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
5	1973	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
6	1992	133	100,714	32,286	1042,367	33653,574	1086529,686
7	2006	130	100,714	29,286	857,653	25116,983	735568,773
8	1995	125	100,714	24,286	589,796	14323,615	347859,225
9	2001	124	100,714	23,286	542,224	12626,085	294007,397
10	2003	117	100,714	16,286	265,224	4319,370	70344,030
11	1985	115	100,714	14,286	204,082	2915,452	41649,313
12	2000	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
13	1989	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
14	1983	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
15	1980	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
16	1993	109	100,714	8,286	68,653	568,840	4713,243
17	1986	106	100,714	5,286	27,939	147,676	780,575
18	2007	97	100,714	-3,714	13,796	-51,242	190,327
19	1999	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
20	1981	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
21	1997	93	100,714	-7,714	59,510	-459,079	3541,464
22	2005	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
23	1979	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
24	1990	83	100,714	-17,714	313,796	-5558,671	98467,878
25	1984	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
26	1977	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
27	1975	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
28	2004	79	100,714	-21,714	471,510	-10238,507	222321,873

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
29	1987	74	100,714	-26,714	713,653	-19064,732	509300,692
30	1998	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
31	1991	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
32	1988	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
33	1974	60	100,714	-40,714	1657,653	-67490,160	2747813,671
34	1982	51	100,714	-49,714	2471,510	-122869,364	6108362,689
35	1976	50	100,714	-50,714	2571,939	-130434,038	6614869,065
Σ		3525		-2E-13	24855,143	28027,224	38213234,933

Sumber : Hasil Perhitungan

Parameter-parameter statistik yang dimiliki data diatas adalah :

- Nilai rata-rata (*mean*) :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3525}{35} = 100,714$$

- Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{24855,143}{34}} = 27,038$$

- Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{27,038}{100,714} = 0,268$$

- Koefisien kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{35 \times (28027,224)}{34 \times 33 \times (27,038)^3} = 0,044$$

- Koefisien ketajaman :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{35^2 \times (38213234,933)}{34 \times 33 \times 32 \times (27,038)^4} = 2,440$$

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik tersebut, didapatkan harga koefisien kemencengan (Cs) = 0,044 dan harga koefisien ketajaman (Ck) = 2,440. Maka persamaan distribusi yang dipilih untuk diuji sebagai perbandingan adalah :

1. Distribusi Pearson Tipe III, karena mempunyai harga Cs dan Ck yang fleksibel.
2. Distribusi Normal, karena mempunyai harga Cs yang berada pada kisaran nilai 0.
3. Distribusi Log Normal, karena mempunyai harga $Cs > 0$ dan $Ck > 0$.

4. Distribusi Log Pearson Tipe III, karena nilai C_s berada diantara 0 s/d 0,9 ($0 < C_s < 0,9$).

4.3 Perhitungan Distribusi

4.3.1 Distribusi Pearson Tipe III

Perhitungan Distribusi Pearson Tipe III dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.3. berikut ini :

Tabel.4.3. Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	2002	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
2	1978	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
3	1996	140	100,714	39,286	1543,367	60632,289	2381982,768
4	1994	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
5	1973	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
6	1992	133	100,714	32,286	1042,367	33653,574	1086529,686
7	2006	130	100,714	29,286	857,653	25116,983	735568,773
8	1995	125	100,714	24,286	589,796	14323,615	347859,225
9	2001	124	100,714	23,286	542,224	12626,085	294007,397
10	2003	117	100,714	16,286	265,224	4319,370	70344,030
11	1985	115	100,714	14,286	204,082	2915,452	41649,313
12	2000	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
13	1989	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
14	1983	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
15	1980	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
16	1993	109	100,714	8,286	68,653	568,840	4713,243
17	1986	106	100,714	5,286	27,939	147,676	780,575
18	2007	97	100,714	-3,714	13,796	-51,242	190,327
19	1999	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
20	1981	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
21	1997	93	100,714	-7,714	59,510	-459,079	3541,464
22	2005	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
23	1979	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
24	1990	83	100,714	-17,714	313,796	-5558,671	98467,878
25	1984	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
26	1977	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
27	1975	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
28	2004	79	100,714	-21,714	471,510	-10238,507	222321,873

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
29	1987	74	100,714	-26,714	713,653	-19064,732	509300,692
30	1998	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
31	1991	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
32	1988	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
33	1974	60	100,714	-40,714	1657,653	-67490,160	2747813,671
34	1982	51	100,714	-49,714	2471,510	-122869,364	6108362,689
35	1976	50	100,714	-50,714	2571,939	-130434,038	6614869,065
Σ		3525		-2E-13	24855,143	28027,224	38213234,933

Sumber : Hasil Perhitungan

Parameter-parameter statistik dari Distribusi Pearson Tipe III yang dimiliki data diatas adalah :

- Nilai rata-rata (*mean*) :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3525}{35} = 100,714$$

- Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{24855,143}{34}} = 27,038$$

- Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{27,038}{100,714} = 0,268$$

- Koefisien kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{35 \times (28027,224)}{34 \times 33 \times (27,038)^3} = 0,044$$

- Koefisien ketajaman :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{35^2 \times (38213234,933)}{34 \times 33 \times 32 \times (27,038)^4} = 2,440$$

4.3.2 Distribusi Normal

Perhitungan Distribusi Normal dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.4. berikut ini :

Tabel.4.4. Perhitungan $(X - \bar{X})$, $(X - \bar{X})^2$, $(X - \bar{X})^3$, dan $(X - \bar{X})^4$

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	2002	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
2	1978	150	100,714	49,286	2429,082	119719,023	5900437,578
3	1996	140	100,714	39,286	1543,367	60632,289	2381982,768
4	1994	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
5	1973	135	100,714	34,286	1175,510	40303,207	1381824,240
6	1992	133	100,714	32,286	1042,367	33653,574	1086529,686
7	2006	130	100,714	29,286	857,653	25116,983	735568,773
8	1995	125	100,714	24,286	589,796	14323,615	347859,225
9	2001	124	100,714	23,286	542,224	12626,085	294007,397
10	2003	117	100,714	16,286	265,224	4319,370	70344,030
11	1985	115	100,714	14,286	204,082	2915,452	41649,313
12	2000	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
13	1989	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
14	1983	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
15	1980	110	100,714	9,286	86,224	800,656	7434,663
16	1993	109	100,714	8,286	68,653	568,840	4713,243
17	1986	106	100,714	5,286	27,939	147,676	780,575
18	2007	97	100,714	-3,714	13,796	-51,242	190,327
19	1999	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
20	1981	95	100,714	-5,714	32,653	-186,589	1066,222
21	1997	93	100,714	-7,714	59,510	-459,079	3541,464
22	2005	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
23	1979	90	100,714	-10,714	114,796	-1229,956	13178,103
24	1990	83	100,714	-17,714	313,796	-5558,671	98467,878
25	1984	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
26	1977	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
27	1975	80	100,714	-20,714	429,082	-8888,120	184111,047
28	2004	79	100,714	-21,714	471,510	-10238,507	222321,873

(Lanjutan)

No.	Tahun	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
29	1987	74	100,714	-26,714	713,653	-19064,732	509300,692
30	1998	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
31	1991	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
32	1988	73	100,714	-27,714	768,082	-21286,834	589949,394
33	1974	60	100,714	-40,714	1657,653	-67490,160	2747813,671
34	1982	51	100,714	-49,714	2471,510	-122869,364	6108362,689
35	1976	50	100,714	-50,714	2571,939	-130434,038	6614869,065
Σ		3525		-2E-13	24855,143	28027,224	38213234,933

Sumber : Hasil Perhitungan

Parameter-parameter statistik dari Distribusi Normal yang dimiliki data diatas adalah :

- Nilai rata-rata (*mean*) :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3525}{35} = 100,714$$

- Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{24855,143}{34}} = 27,038$$

- Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{27,038}{100,714} = 0,268$$

- Koefisien kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{35 \times (28027,224)}{34 \times 33 \times (27,038)^3} = 0,044$$

- Koefisien ketajaman :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{35^2 \times (38213234,933)}{34 \times 33 \times 32 \times (27,038)^4} = 2,440$$

4.3.3 Distribusi Log Normal

Perhitungan Distribusi Log Normal dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.5.

Parameter statistik dari Distribusi Normal yang dimiliki data pada Tabel 4.5. adalah :

- Nilai rata-rata (*mean*) :

$$\begin{aligned} \overline{LogX} &= \frac{\sum LogX}{n} = \frac{69,533}{35} \\ &= 1,987 \end{aligned}$$

- Standar deviasi :

$$\begin{aligned}\overline{SLogX} &= \sqrt{\frac{\sum (LogX - \overline{LogX})^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,524836}{34}} \\ &= 0,124\end{aligned}$$

- Koefisien variasi :

$$\begin{aligned}Cv &= \frac{\overline{SLogX}}{\overline{LogX}} = \frac{0,124}{1,987} \\ &= 0,063\end{aligned}$$

- Koefisien kemencengan :

$$\begin{aligned}Cs &= \frac{n \sum (LogX - \overline{LogX})^3}{(n-1)(n-2)\overline{SLogX}^3} \\ &= \frac{35 \times (-0,0321391)}{34 \times 33 \times (0,124)^3} \\ &= -0,523\end{aligned}$$

- Koefisien ketajaman :

$$\begin{aligned}Ck &= \frac{n^2 \sum (LogX - \overline{LogX})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)\overline{SLogX}^4} \\ &= \frac{35^2 \times (0,02101255)}{34 \times 33 \times 32 \times (0,124)^4} \\ &= 3,009\end{aligned}$$

Tabel.4.5. Perhitungan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X}), (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2, (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3, (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$

No	Tahun	X	$\text{Log}X$	$\overline{\text{Log}X}$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$
1	2002	150	2,176	1,987	0,189	0,035882	0,0067968	0,00128749
2	1978	150	2,176	1,987	0,189	0,035882	0,0067968	0,00128749
3	1996	140	2,146	1,987	0,159	0,025428	0,0040547	0,00064657
4	1994	135	2,130	1,987	0,144	0,020640	0,0029653	0,00042602
5	1973	135	2,130	1,987	0,144	0,020640	0,0029653	0,00042602
6	1992	133	2,124	1,987	0,137	0,018820	0,0025818	0,00035418
7	2006	130	2,114	1,987	0,127	0,016199	0,0020618	0,00026242
8	1995	125	2,097	1,987	0,110	0,012154	0,0013398	0,00014771
9	2001	124	2,093	1,987	0,107	0,011397	0,0012166	0,00012988
10	2003	117	2,068	1,987	0,082	0,006645	0,0005417	0,00004416
11	1985	115	2,061	1,987	0,074	0,005481	0,0004057	0,00003004
12	2000	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
13	1989	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
14	1983	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897

(Lanjutan)

No	Tahun	X	LogX	$\text{Log}\bar{X}$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^2$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^3$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^4$
15	1980	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
16	1993	109	2,037	1,987	0,051	0,002577	0,0001308	0,00000664
17	1986	106	2,025	1,987	0,039	0,001493	0,0000577	0,00000223
18	2007	97	1,987	1,987	0,000	0,000000	0,0000000	0,00000000
19	1999	95	1,978	1,987	-0,009	0,000080	-0,0000007	0,00000001
20	1981	95	1,978	1,987	-0,009	0,000080	-0,0000007	0,00000001
21	1997	93	1,968	1,987	-0,018	0,000331	-0,0000060	0,00000011
22	2005	90	1,954	1,987	-0,032	0,001051	-0,0000341	0,00000111
23	1979	90	1,954	1,987	-0,032	0,001051	-0,0000341	0,00000111
24	1990	83	1,919	1,987	-0,068	0,004568	-0,0003088	0,00002087
25	1984	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
26	1977	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
27	1975	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
28	2004	79	1,898	1,987	-0,089	0,007928	-0,0007059	0,00006285

(Lanjutan)

No	Tahun	X	$\text{Log} X$	$\text{Log} \bar{X}$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^2$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^3$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^4$
29	1987	74	1,869	1,987	-0,117	0,013791	-0,0016196	0,00019019
30	1998	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
31	1991	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
32	1988	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
33	1974	60	1,778	1,987	-0,209	0,043479	-0,0090660	0,00189041
34	1982	51	1,708	1,987	-0,279	0,077895	-0,0217403	0,00606764
35	1976	50	1,699	1,987	-0,288	0,082770	-0,0238126	0,00685080
			69,533			0,524836	-0,0321391	0,02101255

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.6.

Parameter statistik dari Distribusi Log Pearson Tipe III yang dimiliki data pada Tabel 4.6. adalah :

- Nilai rata-rata (*mean*) :

$$\begin{aligned}\overline{LogX} &= \frac{\sum LogX}{n} = \frac{69,533}{35} \\ &= 1,987\end{aligned}$$

- Standar deviasi :

$$\begin{aligned}\overline{SLogX} &= \sqrt{\frac{\sum (LogX - \overline{LogX})^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,524836}{34}} \\ &= 0,124\end{aligned}$$

- Koefisien variasi :

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{\overline{SLogX}}{\overline{LogX}} = \frac{0,124}{1,987} \\ &= 0,063\end{aligned}$$

- Koefisien kemencengan :

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{n \sum (LogX - \overline{LogX})^3}{(n-1)(n-2)\overline{SLogX}^3} \\ &= \frac{35 \times (-0,0321391)}{34 \times 33 \times (0,124)^3} \\ &= -0,523\end{aligned}$$

- Koefisien ketajaman :

$$\begin{aligned}
 Ck &= \frac{n^2 \sum (LogX - \overline{LogX})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)\overline{SLogX}^4} \\
 &= \frac{35^2 \times (0,02101255)}{34 \times 33 \times 32 \times (0,124)^4} \\
 &= 3,009
 \end{aligned}$$

Tabel.4.6. Perhitungan $(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X}), (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2, (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3, (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$

No	Tahun	X	$\text{Log}X$	$\overline{\text{Log}X}$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3$	$(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^4$
1	2002	150	2,176	1,987	0,189	0,035882	0,0067968	0,00128749
2	1978	150	2,176	1,987	0,189	0,035882	0,0067968	0,00128749
3	1996	140	2,146	1,987	0,159	0,025428	0,0040547	0,00064657
4	1994	135	2,130	1,987	0,144	0,020640	0,0029653	0,00042602
5	1973	135	2,130	1,987	0,144	0,020640	0,0029653	0,00042602
6	1992	133	2,124	1,987	0,137	0,018820	0,0025818	0,00035418
7	2006	130	2,114	1,987	0,127	0,016199	0,0020618	0,00026242
8	1995	125	2,097	1,987	0,110	0,012154	0,0013398	0,00014771
9	2001	124	2,093	1,987	0,107	0,011397	0,0012166	0,00012988
10	2003	117	2,068	1,987	0,082	0,006645	0,0005417	0,00004416
11	1985	115	2,061	1,987	0,074	0,005481	0,0004057	0,00003004
12	2000	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
13	1989	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
14	1983	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897

(Lanjutan)

No	Tahun	X	LogX	$\text{Log}\bar{X}$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^2$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^3$	$(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^4$
15	1980	110	2,041	1,987	0,055	0,002995	0,0001639	0,00000897
16	1993	109	2,037	1,987	0,051	0,002577	0,0001308	0,00000664
17	1986	106	2,025	1,987	0,039	0,001493	0,0000577	0,00000223
18	2007	97	1,987	1,987	0,000	0,000000	0,0000000	0,00000000
19	1999	95	1,978	1,987	-0,009	0,000080	-0,0000007	0,00000001
20	1981	95	1,978	1,987	-0,009	0,000080	-0,0000007	0,00000001
21	1997	93	1,968	1,987	-0,018	0,000331	-0,0000060	0,00000011
22	2005	90	1,954	1,987	-0,032	0,001051	-0,0000341	0,00000111
23	1979	90	1,954	1,987	-0,032	0,001051	-0,0000341	0,00000111
24	1990	83	1,919	1,987	-0,068	0,004568	-0,0003088	0,00002087
25	1984	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
26	1977	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
27	1975	80	1,903	1,987	-0,084	0,006985	-0,0005838	0,00004879
28	2004	79	1,898	1,987	-0,089	0,007928	-0,0007059	0,00006285

(Lanjutan)

No	Tahun	X	$\text{Log} X$	$\text{Log} \bar{X}$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^2$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^3$	$(\text{Log} X - \text{Log} \bar{X})^4$
29	1987	74	1,869	1,987	-0,117	0,013791	-0,0016196	0,00019019
30	1998	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
31	1991	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
32	1988	73	1,863	1,987	-0,123	0,015214	-0,0018765	0,00023146
33	1974	60	1,778	1,987	-0,209	0,043479	-0,0090660	0,00189041
34	1982	51	1,708	1,987	-0,279	0,077895	-0,0217403	0,00606764
35	1976	50	1,699	1,987	-0,288	0,082770	-0,0238126	0,00685080
			69,533			0,524836	-0,0321391	0,02101255

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4 Uji Kecocokan Sebaran

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

4.4.1 Uji Chi kuadrat

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data } (n) &= 35 \\ \text{Jumlah kelas } (k) &= 1 + 3,322 \log (n) \\ &= 1 + 3,322 \log (35) \\ &= 5,97 \rightarrow \text{pakai } 6\end{aligned}$$

Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub bagian dengan interval peluang (P) = $\frac{1}{6} = 0,167$. Besarnya peluang untuk tiap-tiap sub bagian adalah :

- Sub kelas 1 = $P \leq 0,167$
- Sub kelas 2 = $0,167 \leq P \leq 0,335$
- Sub kelas 3 = $0,335 \leq P \leq 0,502$
- Sub kelas 4 = $0,502 \leq P \leq 0,670$
- Sub kelas 5 = $0,670 \leq P \leq 0,837$
- Sub kelas 6 = $P \geq 0,837$

4.4.1.1 Distribusi Pearson Tipe III

Persamaan distribusi :

$$\begin{aligned}X &= \bar{X} + k.S \\ &= 100,714 + k * 27,038 \\ C_s &= 0,044\end{aligned}$$

$$\blacksquare \text{ Untuk } P = 0,167 \rightarrow T = \frac{1}{0,167} = 6 \text{ tahun}$$

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = 0,044$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}\frac{(0,927 - 0,930)}{(k - 0,930)} &= \frac{(0,1 - 0,0)}{(0,044 - 0,0)} \\ k &= 0,929\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= 100,714 + k*27,038 \\
 &= 100,714 + 0,929*27,038 \\
 &= 125,83
 \end{aligned}$$

▪ Untuk $P = 0,333 \rightarrow T = \frac{1}{0,335} = 3 \text{ tahun}$

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = 0,044$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}
 \frac{(0,267 - 0,281)}{(k - 0,281)} &= \frac{(0,1 - 0,0)}{(0,044 - 0,0)} \\
 k &= 0,275
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= 100,714 + k*27,038 \\
 &= 100,714 + 0,275*27,038 \\
 &= 108,14
 \end{aligned}$$

▪ Untuk $P = 0,500 \rightarrow T = \frac{1}{0,500} = 2 \text{ tahun}$

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = 0,044$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}
 \frac{(-0,017 - 0,000)}{(k - 0,000)} &= \frac{(0,1 - 0,0)}{(0,044 - 0,0)} \\
 k &= -0,008
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= 100,714 + k*27,038 \\
 &= 100,714 + (-0,008)*27,038 \\
 &= 100,51
 \end{aligned}$$

▪ Untuk $P = 0,667 \rightarrow T = \frac{1}{0,667} = 1,5 \text{ tahun}$

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = 0,044$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}
 \frac{(-0,017 - (-0,140))}{(k - (-0,140))} &= \frac{(0,1 - 0,0)}{(0,044 - 0,0)} \\
 k &= -0,149
 \end{aligned}$$

$$X = 100,714 + k*27,038$$

$$= 100,714 + (-0,149)*27,038$$

$$= 96,69$$

▪ Untuk $P = 0,833 \rightarrow T = \frac{1}{0,833} = 1,2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $Cs = 0,044$ didapat nilai k :

$$\frac{(-0,244 - (-0,225))}{(k - (-0,225))} = \frac{(0,1 - 0,0)}{(0,044 - 0,0)}$$

$$k = -0,233$$

$$X = 100,714 + k*27,038$$

$$= 100,714 + (-0,233)*27,038$$

$$= 94,41$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan dalam Tabel 4.7. berikut :

Tabel.4.7. Uji Chi – Kuadrat Distribusi Pearson Tipe III

No.	Nilai batas sub kelas	Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O_i	E_i		
1	$X < 94,41$	15	5,83	84,03	2,40
2	$94,41 - 96,69$	2	5,83	14,69	2,52
3	$96,69 - 100,51$	1	5,83	23,36	4,00
4	$100,51 - 108,14$	1	5,83	23,36	4,00
5	$108,14 - 125,83$	9	5,83	10,03	1,72
6	$X > 125,83$	7	5,83	1,36	0,23
Σ		35	35		14,88

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas didapat harga $Xh^2 = 14,88$ dengan derajat kebebasan $(dk) = 6 - 2 - 1 = 3$. Berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi – Kuadrat, maka nilai kritis untuk uji Chi – Kuadrat pada derajat kepercayaan $(\alpha) = 5 \%$ diperoleh nilai $X^2 = 7,815$. Berdasarkan perhitungan didapat kesimpulan bahwa

$Xh^2 > X^2$ yaitu : $14,88 > 7,815$ sehingga persamaan Distribusi Pearson Tipe III tidak dapat diterima.

4.4.1.2 Distribusi Normal

Persamaan distribusi :

$$\begin{aligned} X &= \bar{X} + k.S \\ &= 100,714 + k * 27,038 \\ Cs &= 0,044 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,167 \rightarrow T = \frac{1}{0,167} = 6$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $T = 6$ tahun didapat nilai k :

$$\begin{aligned} \frac{(0,84 - 1,28)}{(k - 1,28)} &= \frac{(5 - 10)}{(6 - 10)} \\ k &= 0,928 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= 100,714 + k * 27,038 \\ &= 100,714 + 0,928 * 27,038 \\ &= 125,81 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,333 \rightarrow T = \frac{1}{0,335} = 3$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $T = 3$ tahun didapat nilai k :

$$\begin{aligned} \frac{(0,52 - 0,67)}{(k - 0,67)} &= \frac{(3,33 - 4)}{(3 - 4)} \\ k &= 0,446 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= 100,714 + k * 27,038 \\ &= 100,714 + 0,446 * 27,038 \\ &= 112,78 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,500 \rightarrow T = \frac{1}{0,500} = 2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $T = 2$ tahun didapat nilai k :

$$\begin{aligned} k &= 0 \\ X &= 100,714 + k \cdot 27,038 \\ &= 100,714 + 0 \cdot 27,038 \\ &= 100,714 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,667 \rightarrow T = \frac{1}{0,667} = 1,5$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $T = 1,5$ tahun didapat nilai k :

$$\begin{aligned} \frac{(-0,52 - (-0,25))}{(k - (-0,25))} &= \frac{(1,43 - 1,67)}{(1,5 - 1,67)} \\ k &= -0,441 \\ X &= 100,714 + k \cdot 27,038 \\ &= 100,714 + (-0,441) \cdot 27,038 \\ &= 88,78 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,833 \rightarrow T = \frac{1}{0,833} = 1,2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $T = 1,2$ tahun didapat nilai k :

$$\begin{aligned} \frac{(-0,84 - (-0,67))}{(k - (-0,67))} &= \frac{(1,25 - 1,33)}{(1,2 - 1,33)} \\ k &= -0,946 \\ X &= 100,714 + k \cdot 27,038 \\ &= 100,714 + (-0,946) \cdot 27,038 \\ &= 75,13 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan dalam Tabel 4.8. berikut :

Tabel.4.8. Uji Chi – Kuadrat Distribusi Normal

No	Nilai batas	Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	sub kelas	O_i	E_i		
1	$X < 75,13$	7	5,83	1,36	0,23
2	$75,13 - 88,78$	5	5,83	0,69	0,12
3	$88,78 - 100,71$	6	5,83	0,03	0,00
4	$100,71 - 112,78$	6	5,83	0,03	0,00
5	$112,78 - 125,81$	4	5,83	3,36	0,58
6	$X > 125,81$	7	5,83	1,36	0,23
Σ		35	35		1,17

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas didapat harga $Xh^2 = 1,17$ dengan derajat kebebasan $(dk) = 6 - 2 - 1 = 3$. Berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi – Kuadrat, maka nilai kritis untuk uji Chi – Kuadrat pada derajat kepercayaan $(\alpha) = 5 \%$ diperoleh nilai $X^2 = 7,815$. Berdasarkan perhitungan didapat kesimpulan bahwa $Xh^2 > X^2$ yaitu : $1,17 < 7,815$ sehingga persamaan Distribusi Normal diterima.

4.4.1.3 Distribusi Log Normal

Persamaan distribusi :

$$\text{Log} X = \overline{\text{Log} X} + k.S \log X$$

$$= 1,987 + k * 0,124$$

$$Cv = 0,063$$

▪ Untuk $P = 0,167 \rightarrow T = \frac{1}{0,167} = 6$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $Cv = 0,063$ didapat nilai k :

$$\frac{(0,926 - 0,919)}{(k - 0,919)} = \frac{(0,050 - 0,100)}{(0,063 - 0,100)}$$

$$k = 0,924$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log}X &= 1,987 + k * 0,124 \\
 &= 1,987 + 0,924 * 0,124 \\
 &= 2,102 \\
 X &= 126,331
 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,333 \rightarrow T = \frac{1}{0,335} = 3$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_v = 0,063$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}
 \frac{(0,261 - 0,241)}{(k - 0,241)} &= \frac{(0,050 - 0,100)}{(0,063 - 0,100)} \\
 k &= 0,256
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log}X &= 1,987 + k * 0,124 \\
 &= 1,987 + 0,256 * 0,124 \\
 &= 2,018 \\
 X &= 104,348
 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,500 \rightarrow T = \frac{1}{0,500} = 2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_v = 0,063$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned}
 \frac{(-0,025 - (-0,050))}{(k - (-0,050))} &= \frac{(0,050 - 0,100)}{(0,063 - 0,100)} \\
 k &= -0,031
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log}X &= 1,987 + k * 0,124 \\
 &= 1,987 + (-0,031) * 0,124 \\
 &= 1,983 \\
 X &= 96,116
 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,667 \rightarrow T = \frac{1}{0,667} = 1,5$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_v = 0,063$ didapat nilai k :

$$\frac{(-0,168 - (-0,195))}{(k - (-0,195))} = \frac{(0,050 - 0,100)}{(0,063 - 0,100)}$$

$$k = -0,175$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X &= 1,987 + k * 0,124 \\ &= 1,987 + (-0,175) * 0,124 \\ &= 1,965 \\ X &= 92,246 \end{aligned}$$

▪ Untuk $P = 0,833 \rightarrow T = \frac{1}{0,833} = 1,2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = 0,044$ didapat nilai k :

$$\frac{(-0,254 - (-0,282))}{(k - (-0,282))} = \frac{(0,050 - 0,100)}{(0,063 - 0,100)}$$

$$k = -0,261$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X &= 1,987 + k * 0,124 \\ &= 1,987 + (-0,261) * 0,124 \\ &= 1,954 \\ X &= 90,012 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan dalam Tabel 4.9. berikut :

Tabel.4.9. Uji Chi – Kuadrat Distribusi Log Normal

No.	Nilai batas	Jumlah data	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
-----	-------------	-------------	-----------------	-----------------------------

	sub kelas	O_i	E_i		
1	$X < 90,01$	12	5,83	38,03	6,52
2	$90,01 - 92,25$	2	5,83	14,69	2,52
3	$92,25 - 96,12$	3	5,83	8,03	1,38
4	$96,12 - 104,35$	1	5,83	23,36	4,00
5	$104,35 - 126,33$	10	5,83	17,36	2,98
6	$X > 126,33$	7	5,83	1,36	0,23
Σ		35	35		17,63

Sumber : hasil Perhitungan

Dari tabel diatas didapat harga $Xh^2 = 17,63$ dengan derajat kebebasan $(dk) = 6 - 2 - 1 = 3$. Berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi – Kuadrat, maka nilai kritis untuk uji Chi – Kuadrat pada derajat kepercayaan $(\alpha) = 5 \%$ diperoleh nilai $X^2 = 7,815$. Berdasarkan perhitungan didapat kesimpulan bahwa $Xh^2 > X^2$ yaitu : $17,63 > 7,815$ sehingga persamaan Distribusi Log Normal tidak dapat diterima.

4.4.1.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

Persamaan distribusi :

$$\begin{aligned} \text{Log}X &= \overline{\text{Log}X} + k.S \log X \\ &= 1,987 + k * 0,124 \end{aligned}$$

$$Cv = 0,063$$

$$\blacksquare \text{ Untuk } P = 0,167 \rightarrow T = \frac{1}{0,167} = 6 \text{ tahun}$$

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $Cs = -0,523$ didapat nilai k :

$$\begin{aligned} \frac{(0,928 - 0,926)}{(k - 0,926)} &= \frac{(-0,500 - (-0,600))}{(-0,523 - (-0,600))} \\ k &= 0,927 \end{aligned}$$

$$\text{Log}X = 1,987 + k * 0,124$$

$$= 1,987 + 0,927 * 0,124$$

$$= 2,10$$

$$X = 126,444$$

- Untuk $P = 0,333 \rightarrow T = \frac{1}{0,335} = 3$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = -0,523$ didapat nilai k :

$$\frac{(0,341 - 0,352)}{(k - 0,352)} = \frac{(-0,500 - (-0,600))}{(-0,523 - (-0,600))}$$

$$k = 0,343$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X &= 1,987 + k * 0,124 \\ &= 1,987 + 0,343 * 0,124 \\ &= 2,03 \end{aligned}$$

$$X = 106,98$$

- Untuk $P = 0,500 \rightarrow T = \frac{1}{0,500} = 2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = -0,523$ didapat nilai k :

$$\frac{(0,083 - 0,099)}{(k - 0,099)} = \frac{(-0,500 - (-0,600))}{(-0,523 - (-0,600))}$$

$$k = 0,087$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X &= 1,987 + k * 0,124 \\ &= 1,987 + 0,087 * 0,124 \\ &= 2,00 \end{aligned}$$

$$X = 99,41$$

- Untuk $P = 0,667 \rightarrow T = \frac{1}{0,667} = 1,5$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $C_s = -0,523$ didapat nilai k :

$$\frac{(-0,046 - (-0,027))}{(k - (-0,027))} = \frac{(-0,500 - (-0,600))}{(-0,523 - (-0,600))}$$

$$k = -0,042$$

$$\text{Log} X = 1,987 + k * 0,124$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,987 + (-0,042)*0,124 \\
 &= 1,98 \\
 X &= 95,829
 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 0,833 \rightarrow T = \frac{1}{0,833} = 1,2$ tahun

Dengan interpolasi pada tabel nilai k , untuk $Cs = -0,523$ didapat nilai k :

$$\frac{(-0,123 - (-0,103))}{(k - (-0,103))} = \frac{(-0,500 - (-0,600))}{(-0,523 - (-0,600))}$$

$$k = -0,119$$

$$\begin{aligned}
 LogX &= 1,987 + k * 0,124 \\
 &= 1,987 + (-0,119)*0,124 \\
 &= 1,97 \\
 X &= 93,742
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan dalam Tabel 4.10. berikut :

Tabel.4.10. Uji Chi – Kuadrat Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Nilai batas	Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	sub kelas	O_i	E_i		

1	$X < 93,74$	15	5,83	84,03	14,40
2	$93,74 - 95,83$	2	5,83	14,69	2,52
3	$95,83 - 99,41$	1	5,83	23,36	4,00
4	$99,41 - 106,98$	1	5,83	23,36	4,00
5	$106,98 - 126,44$	9	5,83	10,03	1,72
6	$X > 126,44$	7	5,83	1,36	0,23
Σ		35	35		26,89

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas didapat harga $Xh^2 = 26,89$ dengan derajat kebebasan $(dk) = 6 - 2 - 1 = 3$. Berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi – Kuadrat, maka nilai kritis untuk uji chi – kuadrat pada derajat kepercayaan $(\alpha) = 5 \%$ diperoleh nilai $X^2 = 7,815$. Berdasarkan perhitungan didapat kesimpulan bahwa $Xh^2 > X^2$ yaitu : $26,89 > 7,815$ sehingga persamaan Distribusi Log Pearson Tipe III tidak dapat diterima.

4.4.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

4.4.2.1 Distribusi Pearson Tipe III

Contoh perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan (R_{24}) adalah 150 mm :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan = 150 mm didapat :

$$\begin{aligned}
 m \text{ (peringkat / nomer rangking)} &= 1 \\
 n \text{ (jumlah data hujan)} &= 28 \\
 X_{rata2} &= 100,714
 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$P(X) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(35+1)} = 0,027$$

2. Besarnya $P(X<)$ dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} P(X<) &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,027 = 0,972 \end{aligned}$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S} = \frac{(150 - 100,714)}{27,038} = 1,82$$

4. Besarnya peluang teoritis $P'(X)$ dicari dengan menggunakan tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai $f(t)$.

Dari tabel dengan nilai $f(t) = 1,82 \rightarrow P'(X<) = 0,9656$

Sehingga besarnya $P'(X)$:

$$\begin{aligned} P'(X) &= 1 - P'(X<) \\ &= 1 - 0,9656 \\ &= 0,0344 \end{aligned}$$

5. Nilai D dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} D &= P'(X) - P(X) \\ &= 0,0344 - 0,027 \\ &= 0,0074 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain ditabelkan dalam Tabel 4.11. sebagai berikut :

Tabel.4.11. Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Pearson Tipe III

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
2002	1	150	0,0278	0,9722	1,82	0,0344	0,9656	-0,0066
1978	2	150	0,0556	0,9444	1,82	0,0344	0,9656	0,0212
1996	3	140	0,0833	0,9167	1,45	0,0735	0,9265	0,0098
1994	4	135	0,1111	0,8889	1,27	0,1020	0,8980	0,0091
1973	5	135	0,1389	0,8611	1,27	0,1020	0,8980	0,0369
1992	6	133	0,1667	0,8333	1,19	0,1170	0,8830	0,0497
2006	7	130	0,1944	0,8056	1,08	0,1401	0,8599	0,0543
1995	8	125	0,2222	0,7778	0,90	0,1841	0,8159	0,0381
2001	9	124	0,2500	0,7500	0,86	0,1949	0,8051	0,0551
2003	10	117	0,2778	0,7222	0,60	0,2743	0,7257	0,0035
1985	11	115	0,3056	0,6944	0,53	0,2981	0,7019	0,0075
2000	12	110	0,3333	0,6667	0,34	0,3669	0,6331	-0,0336
1989	13	110	0,3611	0,6389	0,34	0,3669	0,6331	-0,0058
1983	14	110	0,3889	0,6111	0,34	0,3669	0,6331	0,0220

(Lanjutan)

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
1980	15	110	0,4167	0,5833	0,34	0,3669	0,6331	0,0498
1993	16	109	0,4444	0,5556	0,31	0,3783	0,6217	0,0661
1986	17	106	0,4722	0,5278	0,20	0,4207	0,5793	0,0515
2007	18	97	0,5000	0,5000	-0,14	0,5557	0,4443	-0,0557
1999	19	95	0,5278	0,4722	-0,21	0,5832	0,4168	-0,0554
1981	20	95	0,5556	0,4444	-0,21	0,5832	0,4168	-0,0276
1997	21	93	0,5833	0,4167	-0,29	0,6141	0,3859	-0,0308
2005	22	90	0,6111	0,3889	-0,40	0,6554	0,3446	-0,0443
1979	23	90	0,6389	0,3611	-0,40	0,6554	0,3446	-0,0165
1990	24	83	0,6667	0,3333	-0,66	0,7454	0,2546	-0,0787
1977	26	80	0,7222	0,2778	-0,77	0,7794	0,2206	-0,0572
1975	27	80	0,7500	0,2500	-0,77	0,7794	0,2206	-0,0294
2004	28	79	0,7778	0,2222	-0,80	0,7881	0,2119	-0,0103
1987	29	74	0,8056	0,1944	-0,99	0,8389	0,1611	-0,0333

(Lanjutan)

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
1998	30	73	0,8333	0,1667	-1,03	0,8485	0,1515	-0,0152
1991	31	73	0,8611	0,1389	-1,03	0,8485	0,1515	0,0126
1988	32	73	0,8889	0,1111	-1,03	0,8485	0,1515	0,0404
1974	33	60	0,9167	0,0833	-1,51	0,9345	0,0655	-0,0178
1982	34	51	0,9444	0,0556	-1,84	0,9671	0,0329	-0,0227
1976	35	50	0,9722	0,0278	-1,88	0,9699	0,0301	0,0023

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D dalam Tabel 4.11. diatas didapat harga $D_{max} = 0,061$ pada data dengan peringkat 16. Dengan menggunakan Tabel Nilai kritis Do untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan $N = 35$, maka diperoleh $Do = 0,23$.

Karena nilai $D_{max} = 0,061$ lebih kecil dari pada nilai $Do = 0,23$ maka persamaan Distribusi Pearson Tipe III dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang data hujan harian.

4.4.2.2 Distribusi Normal

Contoh perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan (R_{24}) adalah 150 mm :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan = 150 mm didapat :

$$\begin{aligned} m \text{ (peringkat / nomer rangking)} &= 1 \\ n \text{ (jumlah data hujan)} &= 28 \\ X_{rata2} &= 100,714 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$P(X) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(35+1)} = 0,027$$

2. Besarnya $P(X<)$ dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} P(X<) &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,027 = 0,972 \end{aligned}$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S} = \frac{(150 - 100,714)}{27,038} = 1,82$$

4. Besarnya peluang teoritis $P'(X)$ dicari dengan menggunakan tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai $f(t)$.

Dari tabel dengan nilai $f(t) = 1,82 \rightarrow P'(X<) = 0,9656$

Sehingga besarnya $P'(X)$:

$$P'(X) = 1 - P'(X<)$$

$$= 1 - 0,9656$$

$$= 0,0344$$

5. Nilai D dapat dicari dengan rumus :

$$D = P'(X) - P(X)$$

$$= 0,9656 - 0,9722$$

$$= -0,0066$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain ditabelkan dalam Tabel 4.12. sebagai berikut :

Tabel.4.12. Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
2002	1	150	0,0278	0,9722	1,82	0,0344	0,9656	-0,0066
1978	2	150	0,0556	0,9444	1,82	0,0344	0,9656	0,0212
1996	3	140	0,0833	0,9167	1,45	0,0735	0,9265	0,0098
1994	4	135	0,1111	0,8889	1,27	0,1020	0,8980	0,0091
1973	5	135	0,1389	0,8611	1,27	0,1020	0,8980	0,0369
1992	6	133	0,1667	0,8333	1,19	0,1170	0,8830	0,0497
2006	7	130	0,1944	0,8056	1,08	0,1401	0,8599	0,0543
1995	8	125	0,2222	0,7778	0,90	0,1841	0,8159	0,0381
2001	9	124	0,2500	0,7500	0,86	0,1949	0,8051	0,0551
2003	10	117	0,2778	0,7222	0,60	0,2743	0,7257	0,0035
1985	11	115	0,3056	0,6944	0,53	0,2981	0,7019	0,0075
2000	12	110	0,3333	0,6667	0,34	0,3669	0,6331	-0,0336
1989	13	110	0,3611	0,6389	0,34	0,3669	0,6331	-0,0058
1983	14	110	0,3889	0,6111	0,34	0,3669	0,6331	0,0220

(Lanjutan)

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
1980	15	110	0,4167	0,5833	0,34	0,3669	0,6331	0,0498
1993	16	109	0,4444	0,5556	0,31	0,3783	0,6217	0,0661
1986	17	106	0,4722	0,5278	0,20	0,4207	0,5793	0,0515
2007	18	97	0,5000	0,5000	-0,14	0,5557	0,4443	-0,0557
1999	19	95	0,5278	0,4722	-0,21	0,5832	0,4168	-0,0554
1981	20	95	0,5556	0,4444	-0,21	0,5832	0,4168	-0,0276
1997	21	93	0,5833	0,4167	-0,29	0,6141	0,3859	-0,0308
2005	22	90	0,6111	0,3889	-0,40	0,6554	0,3446	-0,0443
1979	23	90	0,6389	0,3611	-0,40	0,6554	0,3446	-0,0165
1990	24	83	0,6667	0,3333	-0,66	0,7454	0,2546	-0,0787
1977	26	80	0,7222	0,2778	-0,77	0,7794	0,2206	-0,0572
1975	27	80	0,7500	0,2500	-0,77	0,7794	0,2206	-0,0294
2004	28	79	0,7778	0,2222	-0,80	0,7881	0,2119	-0,0103
1987	29	74	0,8056	0,1944	-0,99	0,8389	0,1611	-0,0333

(Lanjutan)

Tahun	m	X	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X <)$	$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$	$P'(X <)$	$P'(X)$	D
1998	30	73	0,8333	0,1667	-1,03	0,8485	0,1515	-0,0152
1991	31	73	0,8611	0,1389	-1,03	0,8485	0,1515	0,0126
1988	32	73	0,8889	0,1111	-1,03	0,8485	0,1515	0,0404
1974	33	60	0,9167	0,0833	-1,51	0,9345	0,0655	-0,0178
1982	34	51	0,9444	0,0556	-1,84	0,9671	0,0329	-0,0227
1976	35	50	0,9722	0,0278	-1,88	0,9699	0,0301	0,0023

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D dalam Tabel 4.12. diatas didapat harga $D_{max} = 0,061$ pada data dengan peringkat 16. Dengan menggunakan Tabel Nilai kritis D_0 untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan $N = 35$, maka diperoleh $D_0 = 0,23$.

Karena nilai $D_{max} = 0,061$ lebih kecil dari pada nilai $D_0 = 0,23$ maka persamaan Distribusi Normal dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang data hujan harian.

4.4.2.3 Distribusi Log Normal

Contoh perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan (R_{24}) adalah 150 mm :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan = 150 mm didapat :

$$\begin{aligned} m \text{ (peringkat / nomer rangking)} &= 1 \\ n \text{ (jumlah data hujan)} &= 35 \\ \text{Log}X_{rata2} &= 1,987 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$\begin{aligned} P(\text{Log}X) &= \frac{m}{(n+1)} \\ &= \frac{1}{(35+1)} \\ &= 0,0278 \end{aligned}$$

2. Besarnya $P(\text{Log}X <)$ dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} P(\text{Log}X <) &= 1 - P(\text{Log}X) \\ &= 1 - 0,0278 \\ &= 0,9722 \end{aligned}$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(\text{Log}X - \text{Log}X)}{S\text{Log}X}$$

$$= \frac{(2,176 - 1,987)}{0,124}$$

$$= 1,52$$

4. Besarnya peluang teoritis $P'(LogX)$ dicari dengan menggunakan Tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai $f(t)$.

Dari tabel dengan nilai $f(t) = 1,52 \rightarrow P'(LogX<) = 0,9357$

Sehingga besarnya $P'(LogX)$:

$$\begin{aligned} P'(LogX) &= 1 - P'(LogX<) \\ &= 1 - 0,9357 \\ &= 0,0643 \end{aligned}$$

5. Nilai D dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} D &= P'(LogX<) - P(LogX<) \\ &= 0,9357 - 0,9722 \\ &= -0,0365 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain ditabelkan dalam Tabel 4.13. sebagai berikut :

Tabel.4.13. Hasil perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov Distribusi Log Normal

Tahun	m	X	LogX	$P(LogX) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(LogX <)$	$f(t) = \frac{(LogX - \overline{LogX})}{SLogX}$	$P'(LogX <)$	$P'(LogX)$	D
2002	1	150	2,1761	0,0278	0,9722	1,52	0,064	0,936	-0,0365
1978	2	150	2,1761	0,0556	0,9444	1,52	0,064	0,936	-0,0087
1996	3	140	2,1461	0,0833	0,9167	1,28	0,100	0,900	-0,0170
1994	4	135	2,1303	0,1111	0,8889	1,16	0,123	0,877	-0,0119
1973	5	135	2,1303	0,1389	0,8611	1,16	0,123	0,877	0,0159
1992	6	133	2,1239	0,1667	0,8333	1,10	0,136	0,864	0,0310
2006	7	130	2,1139	0,1944	0,8056	1,02	0,154	0,846	0,0405
1995	8	125	2,0969	0,2222	0,7778	0,89	0,187	0,813	0,0355
2001	9	124	2,0934	0,2500	0,7500	0,86	0,195	0,805	0,0551
2003	10	117	2,0682	0,2778	0,7222	0,66	0,255	0,745	0,0232
1985	11	115	2,0607	0,3056	0,6944	0,60	0,274	0,726	0,0313
2000	12	110	2,0414	0,3333	0,6667	0,44	0,330	0,670	0,0033
1989	13	110	2,0414	0,3611	0,6389	0,44	0,330	0,670	0,0311
1983	14	110	2,0414	0,3889	0,6111	0,44	0,330	0,670	0,0589

(Lanjutan)

Tahun	m	X	LogX	$P(\text{LogX}) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(\text{LogX} <)$	$f(t) = \frac{(\text{LogX} - \overline{\text{LogX}})}{S\text{LogX}}$	$P'(\text{LogX} <)$	$P'(\text{LogX})$	D
1980	15	110	2,0414	0,4167	0,5833	0,44	0,330	0,670	0,0867
1993	16	109	2,0374	0,4444	0,5556	0,41	0,341	0,659	0,1035
1986	17	106	2,0253	0,4722	0,5278	0,31	0,378	0,622	0,0939
2007	18	97	1,9868	0,5000	0,5000	0,00	0,500	0,500	0,0000
1999	19	95	1,9777	0,5278	0,4722	-0,07	0,528	0,472	-0,0001
1981	20	95	1,9777	0,5556	0,4444	-0,07	0,528	0,472	0,0277
1997	21	93	1,9685	0,5833	0,4167	-0,15	0,560	0,440	0,0237
2005	22	90	1,9542	0,6111	0,3889	-0,26	0,603	0,397	0,0085
1979	23	90	1,9542	0,6389	0,3611	-0,26	0,603	0,397	0,0363
1990	24	83	1,9191	0,6667	0,3333	-0,54	0,705	0,295	-0,0387
1984	25	80	1,9031	0,6944	0,3056	-0,67	0,749	0,251	-0,0542
1977	26	80	1,9031	0,7222	0,2778	-0,67	0,749	0,251	-0,0264
1975	27	80	1,9031	0,7500	0,2500	-0,67	0,749	0,251	0,0014
2004	28	79	1,8976	0,7778	0,2222	-0,72	0,764	0,236	0,0136

(Lanjutan)

Tahun	m	X	LogX	$P(LogX) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(LogX <)$	$f(t) = \frac{(LogX - \overline{LogX})}{SLogX}$	$P'(LogX <)$	$P'(LogX)$	D
1987	29	74	1,8692	0,8056	0,1944	-0,95	0,829	0,171	-0,0233
1998	30	73	1,8633	0,8333	0,1667	-0,99	0,839	0,161	-0,0056
1991	31	73	1,8633	0,8611	0,1389	-0,99	0,839	0,161	0,0222
1988	32	73	1,8633	0,8889	0,1111	-0,99	0,839	0,161	0,0500
1974	33	60	1,7782	0,9167	0,0833	-1,68	0,954	0,047	-0,0368
1982	34	51	1,7076	0,9444	0,0556	-2,25	0,988	0,012	-0,0434
1976	35	50	1,6990	0,9722	0,0278	-2,32	0,990	0,010	-0,0176

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D dalam Tabel 4.13. diatas didapat harga $D_{max} = 0,1035$ pada data dengan peringkat 16. Dengan menggunakan Tabel Nilai kritis D_0 untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan $N = 35$, maka diperoleh $D_0 = 0,23$.

Karena nilai $D_{max} = 0,1035$ lebih kecil dari pada nilai $D_0 = 0,23$ maka persamaan Distribusi Log Normal dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang data hujan harian.

4.4.2.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

Contoh perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan (R_{24}) adalah 150 mm :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2002 dengan tinggi hujan = 150 mm didapat :

$$\begin{aligned} m \text{ (peringkat / nomer rangking)} &= 1 \\ n \text{ (jumlah data hujan)} &= 35 \\ \text{Log}X_{rata2} &= 1,987 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$\begin{aligned} P(\text{Log}X) &= \frac{m}{(n+1)} \\ &= \frac{1}{(35+1)} \\ &= 0,0278 \end{aligned}$$

2. Besarnya $P(\text{Log}X <)$ dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} P(\text{Log}X <) &= 1 - P(\text{Log}X) \\ &= 1 - 0,0278 \\ &= 0,9722 \end{aligned}$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})}{S\text{Log}X}$$

$$= \frac{(2,176 - 1,987)}{0,124}$$

$$= 1,52$$

4. Besarnya peluang teoritis $P'(LogX)$ dicari dengan menggunakan Tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai $f(t)$.

Dari tabel dengan nilai $f(t) = 1,52 \rightarrow P'(LogX<) = 0,9357$

Sehingga besarnya $P'(LogX)$:

$$\begin{aligned} P'(LogX) &= 1 - P'(LogX<) \\ &= 1 - 0,9357 \\ &= 0,0643 \end{aligned}$$

5. Nilai D dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} D &= P'(LogX<) - P(LogX<) \\ &= 0,9357 - 0,9722 \\ &= -0,0365 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain ditabelkan dalam Tabel 4.14. sebagai berikut :

Tabel.4.14. Hasil perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov Distribusi Log Pearson Tipe III

Tahun	m	X	LogX	$P(LogX) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(LogX <)$	$f(t) = \frac{(LogX - \overline{LogX})}{SLogX}$	$P'(LogX <)$	$P'(LogX)$	D
2002	1	150	2,1761	0,0278	0,9722	1,52	0,064	0,936	-0,0365
1978	2	150	2,1761	0,0556	0,9444	1,52	0,064	0,936	-0,0087
1996	3	140	2,1461	0,0833	0,9167	1,28	0,100	0,900	-0,0170
1994	4	135	2,1303	0,1111	0,8889	1,16	0,123	0,877	-0,0119
1973	5	135	2,1303	0,1389	0,8611	1,16	0,123	0,877	0,0159
1992	6	133	2,1239	0,1667	0,8333	1,10	0,136	0,864	0,0310
2006	7	130	2,1139	0,1944	0,8056	1,02	0,154	0,846	0,0405
1995	8	125	2,0969	0,2222	0,7778	0,89	0,187	0,813	0,0355
2001	9	124	2,0934	0,2500	0,7500	0,86	0,195	0,805	0,0551
2003	10	117	2,0682	0,2778	0,7222	0,66	0,255	0,745	0,0232
1985	11	115	2,0607	0,3056	0,6944	0,60	0,274	0,726	0,0313
2000	12	110	2,0414	0,3333	0,6667	0,44	0,330	0,670	0,0033
1989	13	110	2,0414	0,3611	0,6389	0,44	0,330	0,670	0,0311
1983	14	110	2,0414	0,3889	0,6111	0,44	0,330	0,670	0,0589

(Lanjutan)

Tahun	m	X	LogX	$P(LogX) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(LogX <)$	$f(t) = \frac{(LogX - \overline{LogX})}{SLogX}$	$P'(LogX <)$	$P'(LogX)$	D
1980	15	110	2,0414	0,4167	0,5833	0,44	0,330	0,670	0,0867
1993	16	109	2,0374	0,4444	0,5556	0,41	0,341	0,659	0,1035
1986	17	106	2,0253	0,4722	0,5278	0,31	0,378	0,622	0,0939
2007	18	97	1,9868	0,5000	0,5000	0,00	0,500	0,500	0,0000
1999	19	95	1,9777	0,5278	0,4722	-0,07	0,528	0,472	-0,0001
1981	20	95	1,9777	0,5556	0,4444	-0,07	0,528	0,472	0,0277
1997	21	93	1,9685	0,5833	0,4167	-0,15	0,560	0,440	0,0237
2005	22	90	1,9542	0,6111	0,3889	-0,26	0,603	0,397	0,0085
1979	23	90	1,9542	0,6389	0,3611	-0,26	0,603	0,397	0,0363
1990	24	83	1,9191	0,6667	0,3333	-0,54	0,705	0,295	-0,0387
1984	25	80	1,9031	0,6944	0,3056	-0,67	0,749	0,251	-0,0542
1977	26	80	1,9031	0,7222	0,2778	-0,67	0,749	0,251	-0,0264
1975	27	80	1,9031	0,7500	0,2500	-0,67	0,749	0,251	0,0014
2004	28	79	1,8976	0,7778	0,2222	-0,72	0,764	0,236	0,0136

(Lanjutan)

Tahun	m	X	LogX	$P(\text{LogX}) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(\text{LogX} <)$	$f(t) = \frac{(\text{LogX} - \overline{\text{LogX}})}{S\text{LogX}}$	$P'(\text{LogX} <)$	$P'(\text{LogX})$	D
1987	29	74	1,8692	0,8056	0,1944	-0,95	0,829	0,171	-0,0233
1998	30	73	1,8633	0,8333	0,1667	-0,99	0,839	0,161	-0,0056
1991	31	73	1,8633	0,8611	0,1389	-0,99	0,839	0,161	0,0222
1988	32	73	1,8633	0,8889	0,1111	-0,99	0,839	0,161	0,0500
1974	33	60	1,7782	0,9167	0,0833	-1,68	0,954	0,047	-0,0368
1982	34	51	1,7076	0,9444	0,0556	-2,25	0,988	0,012	-0,0434
1976	35	50	1,6990	0,9722	0,0278	-2,32	0,990	0,010	-0,0176

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D dalam Tabel 4.14. diatas didapat harga $D_{max} = 0,1035$ pada data dengan peringkat 16. Dengan menggunakan Tabel Nilai kritis Do untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan $N = 35$, maka diperoleh $Do = 0,23$.

Karena nilai $D_{max} = 0,1035$ lebih kecil dari pada nilai $Do = 0,23$ maka persamaan Distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang data hujan harian.

4.5 Kesimpulan Analisa Frekuensi

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil Uji Kecocokan untuk menentukan persamaan distribusi yang dipakai ditampilkan dalam Tabel 4.15. berikut :

Tabel.4.15. Kesimpulan Uji Kecocokan

Pers. Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi - Kuadrat				Smirnov - Kolmogorov			
	Xh^2	Nilai	X^2	Ket	D_{maks}	Nilai	Do	Ket
Pearson Tipe III	14,882	>	7,815	not ok	0,066	<	0,23	ok
Normal	1,171	<	7,815	ok	0,066	<	0,23	ok
Log Normal	17,629	>	7,815	not ok	0,104	<	0,23	ok
Log Pearson Tipe III	26,886	>	7,815	not ok	0,104	<	0,23	ok

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Persamaan Distribusi Normal memenuhi persyaratan kedua uji tersebut, yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan curah hujan periode ulang.

4.6 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Untuk perhitungan curah hujan periode ulang digunakan persamaan Distribusi Normal.

Contoh perhitungan curah hujan periode ulang untuk periode ulang 2 tahunan :

- Dari perhitungan sebelumnya didapat harga :

$$\begin{aligned} X &= 100,714 \\ S &= 27,038 \\ C_s &= 0,044 \end{aligned}$$
- Nilai k untuk periode ulang $T = 2$ tahunan dari Tabel Variabel Reduksi Gauss adalah :

$$k = 0$$
- R_{24} maksimum periode ulang 2 tahunan :

$$\begin{aligned} X &= 100,714 + k \cdot 27,038 \\ &= 100,714 + (0) \cdot 27,038 \\ &= 100,714 \\ X_2 &= 100,714 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan curah hujan periode ulang yang lain ditabelkan dalal Tabel 4.16. sebagai berikut :

Tabel.4.16. Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Normal

Periode Ulang (Tahun)	\bar{X} (mm)	Faktor Distribusi (k)	S	X_{max} (mm)
1,25	100,714	-0,840	27,038	78,00
2	100,714	0,000	27,038	100,71
5	100,714	0,840	27,038	123,43
10	100,714	1,280	27,038	135,32

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7 Perencanaan Saluran Kawasan Perumahan

Konsep perencanaan saluran pada kawasan perumahan Green Mansion Residence adalah mengalirkan limpasan air hujan yang terjadi pada lahan baik perumahan, jalan maupun taman yang selanjutnya dialirkan menuju kolam tampungan yang berada didalam kawasan perumahan dengan alasan agar tidak

membebani saluran/Afvoer Cantel mengingat besarnya debit limpasan DAS Afvoer Cantel sendiri.

4.8 Perhitungan Waktu Aliran Air

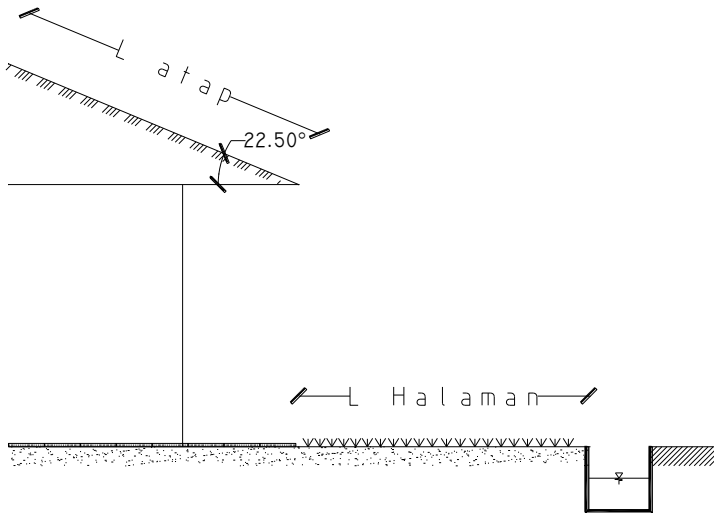
Perhitungan waktu aliran pada kawasan perumahan meliputi perhitungan waktu aliran air pada permukaan lahan (t_o), perhitungan waktu aliran air pada saluran (t_f), dan perhitungan waktu aliran air pada titik yang ditinjau (t_c) yang disebut juga sebagai waktu konsentrasi.

4.8.1.0 Estimasi Nilai t_o (Waktu Aliran Air Pada Lahan)

Pada estimasi nilai t_o pada perencanaan drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence dibagi berdasarkan besar kecilnya luas kavling yang tersedia. Asumsi yang digunakan untuk estimasi nilai t_o antara lain :

- a. Halaman depan rumah dari seluruh masing-masing kavling dengan panjang 5 meter, berupa taman dengan nilai koefisien pengaliran (C) 0,70 dan 0,25 untuk nilai kekasaran lahan (N), sedangkan untuk kemiringan lahan (S) 0,0003.
- b. Kemiringan atap rumah (α) $22,5^\circ$.
- c. Atap rumah dengan bahan genting, dengan kekasaran lahan/bahan (N) 0,03.

Jenis kavling yang direncanakan dengan ukuran 6x15, 8x15, 10x15, 5x20, 8x20, 10x20, 15x20, dan 15x25, sehingga nilai t_o mulai ujung atap hingga saluran terdekat dari masing-masing kavling dapat di ilustrasikan sebagai berikut:



Gambar.4.1 Ilustrasi Nilai t_0 dari Perumahan

Tabel.4.17. Perhitungan Estimasi Nilai t_o Masing-masing Kavling

No	Kavling	Panjang Lahan (L)			Kemiringan Lahan (S/t)		Kekasaran Lahan (N)		Nilai t_o				
		Atap		Halaman	Atap	Halaman	Atap	Halaman	Atap	Talang	Gravitasi	Halaman	Total
		L (m)	P (m)	m					menit	menit	menit	menit	menit
1	6x15	6.00	15.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.61	0.28	0.14	5.51	6.54
2	8x15	8.00	15.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.70	0.28	0.14	5.51	6.62
3	10x15	10.00	15.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.77	0.28	0.14	5.51	6.70
4	5x20	5.00	20.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.56	0.38	0.14	5.51	6.58
5	8x20	8.00	20.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.70	0.38	0.14	5.51	6.72
6	10x20	10.00	20.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.77	0.38	0.14	5.51	6.79
7	15x20	15.00	20.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.93	0.38	0.14	5.51	6.96
8	15x25	15.00	25.00	5.00	0.38	0.005	0.03	0.25	0.93	0.47	0.14	5.51	7.05

Sumber : Perhitungan

4.8.1.1 Estimasi Nilai t_f (Waktu Aliran Air Pada Saluran)

Untuk estimasi nilai t_f saluran pada perencanaan drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence direncanakan kecepatan 0,20 ~ 0,30 m/det untuk saluran tersier, 0,30 m/det ~ 0,40 m/det untuk saluran sekunder dan 0,40 ~ 0,45 m/det untuk saluran primer.

Contoh Perhitungan :

L : 100 m

V : 0,40 m/det

Sehingga nilai t_f saluran tersebut : $\frac{100}{0,40} = 250 \text{ detik} = 4,2 \text{ menit}$

4.8.1.2 Perhitungan Nilai t_c (Waktu Aliran Air Pada Titik Kontrol)

Nilai waktu konsentrasi aliran pada kawasan perumahan (t_c) merupakan penjumlahan dari waktu aliran air dari lahan/permukaan yang masuk ke dalam saluran (t_o) dengan waktu aliran air mengalir sepanjang saluran (t_f) pada suatu titik yang ditinjau/kontrol.

Perencanaan sistem drainase kawasan perumahan dibagi menjadi beberapa blok, masing-masing blok diwakili dengan satu titik kontrol. Berikut ini pengelompokan dari masing-masing item untuk perencanaan saluran pada kawasan perumahan Green Mansion Residence. Item-item tersebut adalah sub DAS meliputi lahan perumahan, jalan dan taman, nilai koefisien pengaliran (C) yaitu persentase air yang mengalir dipermukaan lahan, panjang saluran, titik kontrol, dan luas sub DAS dari masing-masing jenis lahan.

Tabel.4.18. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok A

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.1	94	8	Rumah	1.1 A	1387,205	2037,993	0,002038	8x15	0,75	0,70
				Paving	1.2 A	650,788					0,85
2	S.2	123	1	Rumah	2.1 A	785,083	1285,985	0,001286	10x15	0,76	0,70
				Paving	2.2 A	500,902					0,85
3	S.12	29		Paving	12.1 A	166,947	166,947	0,000167		0,85	0,85
4	S.3	159	2	Paving	3.1 A	664,979	2795,758	0,002796		0,74	0,85
				Rumah	3.2 A	2130,779			10x20		0,70
5	S.4	120	3	Paving	4.1 A	510,716	2014,005	0,002014		0,74	0,85
				Rumah	4.2 A	1503,289			10x20		0,70
6	S.5	36		Paving	5.1 A	104,344	104,344	0,000104		0,85	0,85
7	S.6	36	4	Paving	6.1 A	87,669	307,831	0,000308		0,67	0,85
				Taman	6.2 A	220,162					0,60

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
8	S.7	38		Paving	7.1 A	192,485	431,492	0,000431		0,71	0,85
				Taman	7.2 A	239,007					0,60
9	S.8	148	5	Paving	8.1 A	610,8963	2656,887	0,002657		0,73	0,85
				Rumah	8.2 A	2045,991			10x15		0,70
10	S.9	103	6	Paving	9.1 A	589,088	1739,255	0,001739		0,75	0,85
				Rumah	9.2 A	1150,167			8x15		0,70
11	S.10	29		Paving	10.1 A	190,846	190,846	0,000191		0,85	0,85
12	S.11	114	7	Rumah	11.1 A	1725,414	2436,357	0,002436	6x15	0,74	0,70
				Paving	11.2 A	710,943					0,85
13	S.13	150	9	Paving	13.1 A	806,239	2678,753	0,002679		0,75	0,85
				Rumah	13.2 A	1872,514			8x15		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.19. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok B

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.14	80	10	Paving	14.1 B	442,742	1677,738	0,001678		0,74	0,85
				Rumah	14.2 B	1234,996			8x15		0,70
2	S.15	29		Paving	15.1 B	208,072	208,072	0,000208		0,85	0,85
3	S.16	50	11	Paving	16.1 B	367,611	1036,599	0,001037		0,75	0,85
				Rumah	16.2 B	668,988			8x15		0,70
4	S.17	67	12	Paving	17.1 B	359,983	951,745	0,000952		0,76	0,85
				Rumah	17.2 B	591,762			8x15		0,70
5	S.18	29		Paving	18.1 B	102,221	102,221	0,000102		0,85	0,85
6	S.19	105	13	Paving	19.1 B	577,716	1708,168	0,001708		0,75	0,85
				Rumah	19.2 B	1130,452			8x15		0,70

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
7	S.20	54	14	Paving	20.1 B	444,076	826,003	0,000826		0,78	0,85
				Rumah	20.2 B	381,927			6x15		0,70
8	S.21	28		Paving	21.1 B	177,729	177,729	0,000178		0,85	0,85
9	S.23	100	16	Paving	23.1 B	479,078	1713,426	0,001713		0,74	0,85
				Rumah	23.2 B	1234,348			6x15		0,70
10	S.24	51	17	Paving	24.1 B	285,837	974,029	0,000974		0,74	0,85
				Rumah	24.2 B	688,192			6x15		0,70
11	S.25	28		Paving	25.1 B	134,528	134,528	0,000135		0,85	0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.20. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok C

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.26	31	18	Paving	26.1 C	227,681	791,906	0,000792		0,74	0,85
				Rumah	26.2 C	564,225			8x15		0,70
2	S.27	93	19	Paving	27.1 C	410,145	1171,201	0,001171		0,75	0,85
				Rumah	27.2 C	761,056			10x15		0,70
3	S.28	32		Paving	28.1 C	166,441	166,441	0,000166		0,85	0,85
4	S.29	142	20	Paving	29.1 C	567,677	2175,28	0,002175		0,74	0,85
				Rumah	29.2 C	1607,603			10x15		0,70
5	S.30	96	21	Paving	30.1 C	392,923	1332,746	0,001333		0,74	0,85
				Rumah	30.2 C	939,823			10x15		0,70
6	S.31	30		Paving	31.1 C	68,644	68,644	0,000069		0,85	0,85

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
7	S.32	30	22	Paving	32.1 C	83,714	254,925	0,000255		0,68	0,85
				Taman	32.2 C	171,211					0,60
8	S.33	33	23	Paving	33.1 C	155,735	345,808	0,000346		0,71	0,85
				Taman	33.2 C	190,073					0,60
9	S.33a	18		Paving	33a.1 C	94,969	94,969	0,000095		0,85	0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.21. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok D

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.35	170	25	Paving	35.1 D	632,548	2976,732	0,002977		0,73	0,85
				Rumah	35.2 D	2344,184			10x15		0,70
2	S.36	32		Paving	36.1 D	236,294	236,294	0,000236		0,85	0,85
3	S.37	130	26	Paving	37.1 D	857,984	2752,467	0,002752		0,75	0,85
				Rumah	37.2 D	1894,483			8x15		0,70
4	S.38	155	27	Paving	38.1 D	1237,593	3218,97	0,003219		0,76	0,85
				Rumah	38.2 D	1981,377			8x15		0,70
5	S.39	33		Paving	39.1 D	193,799	193,799	0,000194		0,85	0,85
6	S.40	153	28	Paving	40.1 D	537,831	2691,189	0,002691		0,73	0,85
				Rumah	40.2 D	2153,358			8x15		0,70
7	S.41	87	29	Paving	41.1 D	326,991	1699,415	0,001699		0,73	0,85
				Rumah	41.2 D	1372,424			8x15		0,70

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
8	S.42	127		Paving	42.1 D	763,980	2482,296	0,002482		0,75	0,85
				Rumah	42.2 D	1718,316			8x20		0,70
9	S.43	37	30	Paving	43.1 D	140,265	140,265	0,000140		0,85	0,85
10	S.44	105	31	Paving	44.1 D	372,876	2482,107	0,002482		0,72	0,85
				Rumah	44.2 D	2109,231			8x20		0,70
11	S.45	148		Paving	45.1 D	934,632	3030,441	0,003030		0,75	0,85
				Rumah	45.2 D	2095,809			8x20		0,70
12	S.47	75	33	Paving	47.1 D	235,373	552,22	0,000552		0,71	0,85
				Taman	47.2 D	316,847					0,60
13	S.48	61	34	Taman	48.2 D	209,562	394,689	0,000395		0,72	0,60
				Paving	48.1 D	185,127					0,85
14	S.49	13			Paving	49.1 D	146,551	146,551	0,000147		0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.22. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok E

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.50	350	35	Paving	50.1 E	1356,801	5915,157	0,005915		0,73	0,85
				Rumah	50.2 E	4558,356			8x15		0,70
2	S.51	320		Paving	51.1 E	2181,201	9228,522	0,009229		0,74	0,85
				Rumah	51.2 E	7047,321			15x25		0,70
3	S.53	55	37	Paving	53.1 E	285,651	569,432	0,000569		0,85	0,85
				Paving	53.2 E	283,781					0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.23. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok F

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.22	102	24	Paving	22.1 F	734,793	2344,429	0,002344		0,75	0,85
				Rumah	22.2 F	1609,636			6x15		0,70
2	S.54	100	32	Paving	54.1 F	657,511	2328,534	0,002329		0,74	0,85
				Rumah	54.2 F	1671,023			8x15		0,70
3	S.55	125	38	Paving	55.1 F	528,557	2192,171	0,002192		0,74	0,85
				Rumah	55.2 F	1663,614			10x15		0,70
4	S.34	37		Paving	34. 2 F	178,862	178,862	0,000179		0,85	0,85
5	S.84	100	59	Paving	84.1 F	422,446	846,364	0,000846		0,72	0,85
				Taman	84.2 F	423,918					0,60
6	S.85	96	60	Paving	85.1 F	558,225	1018,509	0,001019		0,74	0,85
				Taman	85.2 F	460,284					0,60
7	S.86	15		Paving	86.1 F	101,363	101,363	0,000101		0,85	0,85

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
8	S.87	311	61	Paving	87.1 F	1983,888	8225,749	0,008226		0,74	0,85
				Rumah	87.2 F	6241,861			15x25		0,70
9	S.88	295		Paving	88.1 F	1206,938	5143,849	0,005144		0,74	0,85
				Rumah	88.2 F	3936,911			8x15		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.24. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok G

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.56	73	48	Paving	56.1 G	541,702	1973,093	0,001973		0,74	0,85
				Rumah	56.2 G	1431,391			10x20		0,70
2	S.57	114	39	Paving	57.1 G	248,862	1712,42	0,001712		0,72	0,85
				Rumah	57.2 G	1463,558			10x20		0,70
3	S.57a	38		Paving	69.1 G	144,744	144,744	0,000145		0,85	0,85
4	S.58	152	39a	Paving	58.1 G	558,634	2573,349	0,002573		0,73	0,85
				Rumah	58.2 G	2014,715			10x15		0,70
5	S.59	91	40	Paving	59.1 G	440,821	1571,054	0,001571		0,74	0,85
				Rumah	59.2 G	1130,233			10x15		0,70
6	S.69	40		Paving	69.1 G	119,475	119,475	0,000119		0,85	0,85
7	S.60	35	41	Paving	60.1 G	133,309	309,06	0,000309		0,71	0,85
				Taman	60.2 G	175,751					0,60

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
8	S.61	40	42	Paving	61.1 G	206,543	465,026	0,000465		0,71	0,85
				Taman	61.2 G	258,483					0,60
9	S.61a	20		Paving	61a.1 G	105,881	105,881	0,000106		0,85	0,85
10	S.62	132	43	Paving	62.1 G	441,913	2247,485	0,002247		0,73	0,85
				Rumah	62.2 G	1805,572			10x20		0,70
11	S.63	105		44	Paving	63.1 G	733,119	1934,271	0,001934		0,76
			Rumah		63.2 G	1201,152	10x20			0,70	
12	S.64	46	Paving		64.1 G	186,211	186,211	0,000186		0,85	0,85
13	S.65	143	45	Paving	65.1 G	870,491	2978,445	0,002978		0,74	0,85
				Rumah	65.2 G	2107,954			8x15		0,70
14	S.66	95		46	Paving	66.1 G	737,538	1633,523	0,001634		0,77
			Rumah		66.2 G	895,985	8x15			0,70	
15	S.67	33	Paving		67.1 G	186,511	186,511	0,000187		0,85	0,85

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
16	S.68	93	47	Paving	68.1 G	572,998	2048,56	0,002049		0,74	0,85
				Rumah	68.2 G	1475,562			6x15		0,70
17	S.70	150	49	Paving	70.1 G	866,942	2878,569	0,002879		0,75	0,85
				Rumah	70.2 G	2011,627			6x15		0,70
18	S.71	105	50	Paving	71.1 G	616,711	2149,852	0,002150		0,74	0,85
				Rumah	71.2 G	1533,141			6x15		0,70
19	S.72	33		Paving	72.1 G	166,689	166,689	0,000167		0,85	0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.25. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok H

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.73	80	51	Paving	73.1 H	548,344	1783,173	0,001783		0,75	0,85
				Rumah	73.2 H	1234,829			8x15		0,70
2	S.74	117	52	Paving	74.1 H	499,645	1764,916	0,001765		0,74	0,85
				Rumah	74.2 H	1265,271			10x15		0,70
3	S.75	32		Paving	75.1 H	172,498	172,498	0,000172		0,85	0,85
4	S.76	153	53	Paving	76.1 H	609,948	2191,991	0,002192		0,74	0,85
				Rumah	76.2 H	1582,043			10x15		0,70
5	S.77	102	54	Paving	77.1 H	499,508	1534,916	0,001535		0,75	0,85
				Rumah	77.2 H	1035,408			10x15		0,70
6	S.78	31		Paving	78.1 H	90,277	90,277	0,000090		0,85	0,85
7	S.79	31	55	Paving	79.1 H	87,131	279,252	0,000279		0,68	0,85
				Taman	79.2 H	192,121					0,60

(Lanjutan)

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
8	S.80	34	56	Paving	80.1 H	165,485	404,23	0,000404		0,70	0,85
				Taman	80.2 H	238,745					0,60
9	S.81	160	57	Paving	81.1 H	590,931	2697,285	0,002697		0,73	0,85
				Rumah	81.2 H	2106,354			10x15		0,70
10	S.82	114		Paving	82.1 H	718,515	1617,856	0,001618		0,77	0,85
				Rumah	82.2 H	899,341			8x15		0,70
11	S.83	178	58	Paving	83.1 H	979,609	3630,84	0,003631		0,74	0,85
				Rumah	83.2 H	2651,231			8x15		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.26. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok I

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.90	170	63	Paving	90.1 I	1198,876	4946,614	0,004947		0,74	0,85
				Rumah	90.2 I	3747,738			15x25		0,70
2	S.91	140		Paving	91.1 I	663,102	2965,411	0,002965		0,73	0,85
				Rumah	91.2 I	2302,309			5x20		0,70
3	S.92	44	64	Taman	92.1 I	208,272	526,094	0,000526		0,75	0,60
				Paving	92.2 I	317,822					0,85
4	S.93	66	65	Taman	93.1 I	411,862	798,935	0,000799		0,72	0,60
				Paving	93.2 I	387,073					0,85

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.27. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok J

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.89	60	62	Paving	89.1 J	355,409	640,907	0,000641		0,85	0,85
				Paving	89.2 J	285,498					0,85
2	S.99	185	68	Paving	99.1 J	1867,372	5071,063	0,005071		0,76	0,85
				Rumah	99.2 J	3203,691			15x25		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.28. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok K

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.97	373	69	Paving	97.1 K	2790,523	5565,614	0,005566		0,78	0,85
				Rumah	97.2 K	2775,091			15x20		0,70
2	S.98	378		Paving	98.1 K	2871,571	9727,093	0,009727		0,74	0,85
				Rumah	98.2 K	6855,522			15x20		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.29. Data Perencanaan Drainase Kawasan Blok L

No	Saluran		Titik Tinjau	Sub DAS							
	Kode	Panjang (m)		Tipe	Kode	Luas (m2)	Luas tot		Kavling	Cgab	C
							(m2)	(km2)			
1	S.52	229	36	Paving	52.1 L	968,822	3904,323	0,003904		0,74	0,85
				Rumah	52.2 L	2935,501			8x15		0,70

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah estimasi panjang saluran, luas lahan, nilai koefisien pengaliran (C) dari masing-masing lahan, dan penentuan titik-titik kontrol ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai waktu konsentrasi (t_c) pada masing-masing titik-titik kontrol yang telah ditentukan.

Perhitungan nilai waktu konsentrasi t_c pada perencanaan drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence dibagi menjadi tiga jenis saluran, yaitu saluran tersier (tepi rumah), saluran sekunder dan saluran primer. Nilai t_c saluran tersier (tepi rumah) dihitung melalui penjumlahan dari nilai waktu aliran air pada permukaan lahan perumahan menuju saluran tepi rumah (t_o) dengan waktu aliran air pada saluran tepi rumah menuju titik kontrol terdekat. Untuk saluran sekunder perhitungan nilai waktu konsentrasi (t_c) dihitung melalui nilai t_c dari titik kontrol dari saluran tersier terbesar dijumlah dengan nilai t_f dari saluran-saluran yang dilalui menuju titik kontrol untuk perencanaan saluran sekunder, sedangkan perhitungan t_c untuk saluran primer adalah sama dengan perhitungan saluran sekunder dengan berakhir pada titik kontrol saluran.

Contoh perhitungan :

*) Saluran S1,

L saluran	: 94 m
S/i saluran	: 0,0004
V saluran	: 0,20 m/det
t_f saluran	: 7,83 menit

Saluran menampung limpasan air dari sub DAS :

1. SubDAS 1.1 A :

A	: 1387,205 m ²
t_o	: 6,29 menit
C	: 0,70

2. SubDAS 1.2 A :

A	: 650,788 m ²
t_o	: 2,34 menit
C	: 0,85 (paving)

Sehingga nilai t_c ditinjau dari titik kontrol 8, adalah sebagai berikut :

1. SubDAS 1.1 A :

$$\begin{aligned} t_c &: t_o + t_f \\ &: 6,29 + 7,83 \\ &: 14,12 \text{ menit} \end{aligned}$$

2. SubDAS 1.2 A :

$$\begin{aligned} t_c &: t_o + t_f \\ &: 2,34 + 7,83 \\ &: 10,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan waktu konsentrasi pada titik kontrol 8 ditentukan nilai t_c maksimum 14,12 menit berasal dari subDAS 1.1 A.

Berikut ini perhitungan nilai t_c saluran tersier, sekunder, dan saluran primer kawasan perumahan Green Mansion Residence dalam bentuk tabel di bawah.

Tabel.4.30. Perhitungan Nilai t_c Maksimum Saluran Tersier Dari Masing-Masing Blok

Nama Blok	t_o	Sub Das	Kavling	t_f	Saluran	L Saluran Total	t_c mak		Titik Kontrol	A
	(menit)			(menit)			(menit)	(jam)		
A	6,44	3.2 A	10x20	13,25	S.3	159	19,69	0,33	2	0,00280
B	6,29	19.2 B	8x15	8,75	S.19	105	15,04	0,25	13	0,00171
C	6,29	29.2 C	10x15	11,83	S.29	142	18,12	0,30	20	0,00218
D	6,29	35.2 D	10x15	14,17	S.35	170	20,45	0,34	25	0,00298
E	6,29	50.2 E	8x15	29,17	S.50	350	35,45	0,59	35	0,00592
F	6,58	87.2 F	15x25	25,92	S.87	311	32,49	0,54	61	0,00823
G	6,29	70.2 G	6x15	12,50	S.70	150	18,79	0,31	49	0,00288
H	6,29	83.2 H	8x15	14,83	S.83	178	21,12	0,35	58	0,00363
I	6,44	91.2 I	5x20	11,67	S.91	140	18,11	0,30	63	0,00297
K	6,44	98.2 K	15x20	31,50	S.98	378	37,94	0,63	69	0,00973
L	6,29	52.2 L	8x15	19,08	S.52	229	25,37	0,42	36	0,00390
J	6,58	99.2 J	15x25	15,42	S.99	185	21,99	0,37	68	0,00507

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.31. Perhitungan Nilai t_c Saluran Sekunder Dari Saluran Sekunder Barat dan Timur

Saluran	Nama	Titik Kontrol	t_c		L Saluran Total	A
			(menit)	(jam)	(meter)	(km ²)
Sekunder	S.12, 7, 10, 15, 18, 21, 25, 28, 33	36	40,19	0,67	434	0,0348
	S.44, 49, 39, 36		32,28	0,54	310	0,0230
	S.50	35	35,45	0,59	350	0,0059
	S.51		33,24	0,55	320	0,0092
	S.57a, 61, 64, 67, 72, 75, 80, 89	62	40,37	0,67	409	0,0422
	S.34, 86, 88	61	43,70	0,73	449	0,0142
	S.87		32,49	0,54	311	0,0082
	S.97	69	37,53	0,63	373	0,0056
	S.98		37,94	0,63	378	0,0097

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.32. Perhitungan Nilai t_c Saluran Primer Dari Saluran Primer

Saluran	Nama	Titik Kontrol	t_c		L Saluran Total	A
			(menit)	(jam)	(meter)	(km ²)
Primer	S.P	68	67,54	1,13	185	0,15099

Sumber : Hasil Perhitungan

4.9 Perhitungan Dimensi Saluran Drainase Kawasan Perumahan

Perhitungan dimensi saluran drainase pada kawasan perumahan Green Mansion Residence terbagi menjadi saluran tersier, sekunder dan primer. Perencanaan dimensi saluran dari masing-masing jenis saluran direncanakan dengan dimensi yang sama/*typical*.

Saluran pada kawasan perumahan ini terbuat dari beton pada kedua sisinya dengan nilai kekasaran Manning sebesar 0,020. Saluran-saluran didalam kawasan perumahan ini baik saluran tersier, saluran sekunder, maupun saluran primer keseluruhannya dilengkapi dengan penutup pada bagian atasnya, sehingga air limpasan yang terjadi pada permukaan masuk ke dalam saluran melalui lubang-lubang pada penutup.

Tabel.4.33. Perencanaan Dimensi Saluran Tersier

Nama Saluran	Saluran	L	Titik Kontrol	b	I	h	n	A	P	R	V	Q	t_t	t_o	Luas	C_{Gab}	t_c	I	Q
											Hidrolika	Hidrolika							Hidrologi
		m		m		m		m ²	m	m	m/det	m ³ /det	menit	menit	km ²		menit	mm/jam	m ³ /s
S. Tersier	S.3	159	2	0.54	0.0004	0.36	0.02	0.1914	1.25	0.15	0.29	0.055	6.63	6.79	0.0028	0.74	13.42	94.7821	0.055
	S.19	105	13	0.42	0.0004	0.28	0.02	0.1159	0.97	0.12	0.24	0.028	4.38	13.42	0.0017	0.75	17.79	78.5241	0.028
	S.29	142	20	0.42	0.0004	0.28	0.02	0.1204	0.99	0.12	0.25	0.030	5.92	17.79	0.0022	0.74	23.71	64.8445	0.029
	S.35	170	25	0.44	0.0004	0.30	0.02	0.1317	1.04	0.13	0.25	0.033	7.08	23.71	0.003	0.73	30.79	54.4729	0.033
	S.70	150	49	0.42	0.0004	0.28	0.02	0.1197	0.99	0.12	0.24	0.029	6.25	30.79	0.0029	0.75	37.04	48.1585	0.029
	S.83	178	58	0.44	0.0004	0.29	0.02	0.127	1.02	0.12	0.25	0.032	7.42	37.04	0.0036	0.74	44.46	42.6412	0.032
	S.91	140	63	0.40	0.0004	0.26	0.02	0.1049	0.93	0.11	0.23	0.025	5.83	44.46	0.003	0.74	50.29	39.2765	0.024
	S.52	229	36	0.42	0.0004	0.28	0.02	0.1166	0.98	0.12	0.24	0.028	9.54	50.29	0.0039	0.74	59.83	34.9811	0.028

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.34. Perencanaan Dimensi Saluran Sekunder

Nama Saluran	Saluran	L	Titik Kontrol	b	I	h	n	A	P	R	V Hidrolika	Q Hidrolika	t_f	t_d	Luas	C_{Gib}	t_{mak}	I	Q Hidrologi
		m		m		m		m ²	m	m	m/det	m ³ /det	menit	menit	km ²		menit	mm/jam	m ³ /s
Saluran Sekunder	15. 18. 21.	434	36	0.89	0.0004	0.59	0.02	0.5296	2.08	0.25	0.40	0.213	18.08	59.83	0.0348	0.75	77.92	29.3341	0.213
	44. 49. 39.	310		0.78	0.0004	0.52	0.02	0.4094	1.83	0.22	0.37	0.151	12.92	59.83	0.023	0.77	72.75	30.7071	0.151
	S.50	350	35	0.44	0.0004	0.29	0.02	0.1263	1.02	0.12	0.25	0.031	14.58	77.92	0.0059	0.73	92.50	26.1636	0.031
	S.51	320		0.84	0.0004	0.56	0.02	0.4654	1.95	0.24	0.38	0.179	13.33	0.11	0.0092	0.74	13.44	94.6489	0.179
	64. 67. 72.	409	62	1.39	0.0004	0.93	0.02	1.2872	3.24	0.40	0.54	0.695	17.04	0.23	0.0422	0.74	17.27	80.0874	0.695
	S.34. 86. 88	449	61	0.90	0.0004	0.60	0.02	0.5425	2.10	0.26	0.40	0.220	18.71	0.25	0.0142	0.74	18.96	75.2639	0.220
	S.87	311		0.80	0.0004	0.54	0.02	0.432	1.88	0.23	0.38	0.162	12.96	0.11	0.0082	0.74	13.07	96.451	0.163
	S.97	373	69	0.68	0.0004	0.45	0.02	0.3096	1.59	0.19	0.34	0.104	15.54	0.11	0.0056	0.78	15.65	85.5224	0.104
	S.98	378		0.82	0.0004	0.54	0.02	0.4443	1.90	0.23	0.38	0.168	15.75	0.11	0.0097	0.74	15.86	84.7718	0.169

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel.4.35. Perencanaan Dimensi Saluran Primer

Nama Saluran	Saluran	L		b	I	h	n	A	P	R	V	Q	t_f	t_c blok	Luas	C_{Gab}	t_c	I	Q	Delta
		m		m	m	m^2	m	m	Hidrolika	Hidrolika	Hidrologi	Q								
									m/det	m^3/det								menit	menit	km^2
S Primer	S53. 90	185		1.50	0.0004	1.14	0.02	1.713	3.78	0.45	0.59	1.010	7.71	59.83	0.1759	0.75	67.54	32.2661	1.009	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Melalui perhitungan dimensi saluran tersier (tepi rumah), sekunder, dan primer, dari masing-masing blok di dalam kawasan perumahan di atas, ditetapkan untuk lebar saluran tersier adalah 0,40 – 0,55 m, sedangkan untuk saluran sekunder lebar saluran 0,8 – 1,4 m, dan saluran primer 1,5 m.

4.9 Perhitungan Kolam Tampungan dan Pintu Air

Lahan untuk kolam tampungan pada kawasan perumahan Green Mansion Residence mempunyai luasan 1300 m².

Data saluran primer yang membuang ke kolam tampung :

$$B = 1,50 \text{ m}$$

$$H = 1,50 \text{ m}$$

$$H_n = 1,15 \text{ m}$$

$$DAS = 0,15 \text{ Km}^2$$

$$L \text{ saluran} = 185 \text{ m}$$

$$R_2 = 100,71 \text{ mm}$$

$$\text{Koef. Lahan (C)} = 0,75$$

$$T_c = 1,13 \text{ jam}$$

$$\text{Intensitas(I)} = 32,26 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0,278 \text{ C I A} = 1,009 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kolam tampungan di dalam kawasan perumahan Green Mansion Residence bertujuan untuk menampung limpasan yang terjadi pada kawasan perumahan semaksimal mungkin agar tidak membebani Afvoer Cantel dan sebagai fasilitas rekreasi, penghijauan dan keindahan dari kawasan perumahan.

Perhitungan kapasitas kolam tampungan didasarkan pada perhitungan volume air yang masuk pada DAS kawasan perumahan dengan anggapan bahwa hujan yang turun selama 24 jam. Variabel-variabel yang digunakan asumsi perhitungan awal volume air hujan yang masuk DAS kawasan perumahan adalah sebagai berikut, luas DAS kawasan perumahan 15 ha, koefisien pengaliran gabungan setelah kawasan perumahan terbangun 0,75, dan curah hujan R_{24} periode ulang 2 tahun 100,71 mm, sehingga diketahui volume air hujan yang masuk

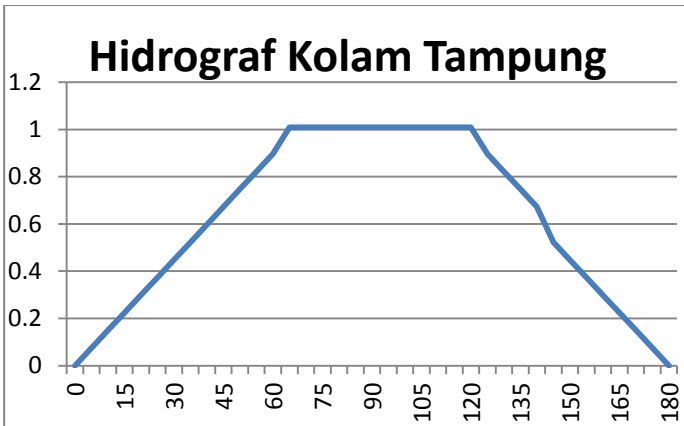
kawasan perumahan sebesar 6940,902 m³. Dengan diketahuinya besarnya volume air hujan yang masuk di dalam DAS kawasan perumahan, maka direncanakan kolam tampungan yang dapat menampung volume air hujan tersebut.

Berikut ini perhitungan volume kapasitas dari kolam tampungan.

Tabel.4.36. Perhitungan Kolam Tampungan

t	Kolam			Pintu			Tamp Akhir	Tinggi Air
	Q in	Vol in	Vol in komulatif	Qout	Vol Out	Vol Out komulatif		
(menit)	(m3/dt)	(m3)	(m3)	(m3/dt)	(m3)	(m3)	(m3)	(m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
5	0.075	11.205	11.205	0	0.000	0.000	11.205	0.01
10	0.149	33.616	44.822	0	0.000	0.000	44.82151	0.03
15	0.224	56.027	100.848	0	0.000	0.000	100.8484	0.08
20	0.299	78.438	179.286	0	0.000	0.000	179.286	0.14
25	0.374	100.848	280.134	0	0.000	0.000	280.1344	0.22
30	0.448	123.259	403.394	0	0.000	0.000	403.3936	0.31
35	0.523	145.670	549.064	0	0.000	0.000	549.0635	0.42
40	0.598	168.081	717.144	0	0.000	0.000	717.1442	0.55
45	0.672	190.491	907.636	0	0.000	0.000	907.6356	0.70
50	0.747	212.902	1120.538	0	0.000	0.000	1120.538	0.86
55	0.822	235.313	1355.851	0	0.000	0.000	1355.851	1.04
60	0.896	257.724	1613.574	0	0.000	0.000	1613.574	1.24
67.54	1.009	431.027	2044.601	0	0.000	0.000	2044.601	1.57
70	1.009	148.940	2193.542	0	0.000	0.000	2193.542	1.69
75	1.009	302.724	2496.266	0	0.000	0.000	2496.266	1.92
80	1.009	302.724	2798.991	0	0.000	0.000	2798.991	2.15
85	1.009	302.724	3101.715	0	0.000	0.000	3101.715	2.39
90	1.009	302.724	3404.440	0	0.000	0.000	3404.44	2.62
95	1.009	302.724	3707.164	0	0.000	0.000	3707.164	2.85
100	1.009	302.724	4009.889	0	0.000	0.000	4009.889	3.08
105	1.009	302.724	4312.613	0	0.000	0.000	4312.613	3.32
110	1.009	302.724	4615.338	0	0.000	0.000	4615.338	3.55
115	1.009	302.724	4918.062	0	0.000	0.000	4918.062	3.78
120	1.009	302.724	5220.786	0	0.000	0.000	5220.786	4.02
125	0.896	285.827	5506.613	0	0.000	0.000	5506.613	4.24
130	0.822	257.724	5764.337	0	0.000	0.000	5764.337	4.43
135	0.747	235.313	5999.650	0	0.000	0.000	5999.65	4.62
140	0.672	212.902	6212.552	0	0.000	0.000	6212.552	4.78
145	0.523	179.286	6391.838	0	0.000	0.000	6391.838	4.92
150	0.448	145.670	6537.508	0	0.000	0.000	6537.508	5.03
155	0.374	123.259	6660.767	0	0.000	0.000	6660.767	5.12
160	0.299	100.848	6761.616	0	0.000	0.000	6761.616	5.20
165	0.224	78.438	6840.053	0	0.000	0.000	6840.053	5.26
170	0.149	56.027	6896.080	0	0.000	0.000	6896.08	5.30
175	0.075	33.616	6929.696	0	0.000	0.000	6929.696	5.33
180	0.000	11.205	6940.902	0	0.000	0.000	6940.902	5.34

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar.4.2 Hidrograf Kolam Tampung

Berdasarkan perhitungan kolam tampungan diatas, diketahui kapasitas kolam tampungan adalah 6940.902 m^3 .

Direncanakan waktu buangan/*outflow* dari kolam tampungan sama ketinggian air pada kolam tampung setinggi minimal 0,10 m. Rencana bukaan pintu air sebesar 0,30 m, didapatkan lebar pintu air selebar 0,60 m.

Berikut ini analisa pintu air berdasarkan kedalaman kolam tampungan.

Tabel.4.37. Hubungan Debit *Outflow* Pintu Air dengan Kedalaman Air Kolam Tampung.

t	Kolam			Pintu			Tamp Akhir	Tinggi Air
	Q in	Vol in	Vol in komulatif	Qout	Vol Out	Vol Out komulatif		
(menit)	(m ³ /dt)	(m ³)	(m ³)	(m ³ /dt)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
5	0.075	11.205	11.205	0	0.000	0.000	11.205	0.01
10	0.149	33.616	44.822	0	0.000	0.000	44.82151	0.03
15	0.224	56.027	100.848	0	0.000	0.000	100.8484	0.08
20	0.299	78.438	179.286	0	0.000	0.000	179.286	0.14
25	0.374	100.848	280.134	0.251548	37.732	37.732	242.4022	0.19
30	0.448	123.259	403.394	0.292493	81.606	119.338	284.0552	0.22
35	0.523	145.670	549.064	0.316628	91.368	210.707	338.3569	0.26
40	0.598	168.081	717.144	0.345569	99.330	310.036	407.108	0.31
45	0.672	190.491	907.636	0.379055	108.694	418.730	488.9057	0.38
50	0.747	212.902	1120.538	0.415394	119.167	537.897	582.6404	0.45
55	0.822	235.313	1355.851	0.45347	130.330	668.227	687.6238	0.53
60	0.896	257.724	1613.574	0.492633	141.915	810.142	803.4322	0.62
67.54	1.009	431.027	2044.601	0.532503	231.886	1042.028	1002.573	0.77
70	1.009	148.940	2193.542	0.594848	83.199	1125.227	1068.315	0.82
75	1.009	302.724	2496.266	0.614041	181.333	1306.560	1189.706	0.92
80	1.009	302.724	2798.991	0.647989	189.305	1495.864	1303.126	1.00
85	1.009	302.724	3101.715	0.678174	198.924	1694.789	1406.926	1.08
90	1.009	302.724	3404.440	0.704666	207.426	1902.215	1502.225	1.16
95	1.009	302.724	3707.164	0.728141	214.921	2117.136	1590.028	1.22
100	1.009	302.724	4009.889	0.749118	221.589	2338.725	1671.164	1.29
105	1.009	302.724	4312.613	0.767993	227.567	2566.291	1746.322	1.34
110	1.009	302.724	4615.338	0.785073	232.960	2799.251	1816.086	1.40
115	1.009	302.724	4918.062	0.800601	237.851	3037.102	1880.96	1.45
120	1.009	302.724	5220.786	0.814775	242.306	3279.409	1941.378	1.49
125	0.896	285.827	5506.613	0.827757	246.380	3525.788	1980.825	1.52
130	0.822	257.724	5764.337	0.836124	249.582	3775.370	1988.966	1.53
135	0.747	235.313	5999.650	0.837841	251.095	4026.465	1973.185	1.52
140	0.672	212.902	6212.552	0.83451	250.853	4277.318	1935.234	1.49
145	0.523	179.286	6391.838	0.826446	249.143	4526.461	1865.377	1.43
150	0.448	145.670	6537.508	0.811393	245.676	4772.137	1765.371	1.36
155	0.374	123.259	6660.767	0.789343	240.110	5012.248	1648.52	1.27
160	0.299	100.848	6761.616	0.762772	232.817	5245.065	1516.551	1.17
165	0.224	78.438	6840.053	0.731604	224.156	5469.221	1370.832	1.05
170	0.149	56.027	6896.080	0.695568	214.076	5683.297	1212.783	0.93
175	0.075	33.616	6929.696	0.654243	202.472	5885.769	1043.927	0.80
180	0.000	11.205	6940.902	0.606992	189.185	6074.954	865.9473	0.67
185	0.000	0.000	6940.902	0.552832	173.974	6248.928	691.9737	0.53
190	0.000	0.000	6940.902	0.494188	157.053	6405.981	534.9206	0.41
195	0.000	0.000	6940.902	0.434503	139.304	6545.285	395.6169	0.30
200	0.000	0.000	6940.902	0.373667	121.226	6666.510	274.3914	0.21
205	0.000	0.000	6940.902	0.311195	102.729	6769.240	171.662	0.13
210	0.000	0.000	6940.902	0	46.679	6815.919	124.9827	0.10

Sumber : Hasil Perhitungan

Melalui analisa operasi pintu air pada kolam tampungan dengan lebar pintu air 0,60 m dan bukaan pintu air sebesar 0,30 m dan tinggi kolam tampung 1,90 m, diketahui untuk kondisi kolam tampungan dengan kedalaman maksimal yaitu 1,53 m, debit yang keluar pada saat tinggi air pada kolam tampung mencapai 0.14 m sebesar $0,252 \text{ m}^3/\text{det}$.

4.10 Elevasi

Kawasan Perumahan

Penentuan elevasi lahan kawasan perumahan berdasarkan elevasi muka air Afvoer Cantel +5,349 selisih 0,053 m lebih rendah dari elevasi jalan diluar kawasan dengan elevasi +5,402. Direncanakan elevasi dasar kolam tampung sama dengan elevasi jalan +5,402 dan tinggi 1,80 m, maka elevasi tanggul kolam berada pada +7,302 sama dengan elevasi tanggul pada saluran pembuang akhir didalam kawasan dengan kedalaman 1,50 m, maka elevasi dasar saluran +5,802. Elevasi muka air pada kolam tampung +6,932 dan muka air saluran +6,952 sehingga perngaliran dapat dilakukan secara gravitasi. Sehingga elevasi lahan kawasan perumahan +7,302 atau timbunan tanah setinggi 2,1 m dari jalan desa.

“Halaman sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian secara umum dan perhitungan secara teknis pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Melalui tahapan perhitungan didapatkan dimensi saluran tersier dengan lebar 0,40 – 0,55 m, saluran sekunder 0,80 – 1,40 m, dan saluran primer 1,50 m yang kesemuanya bermuara pada kolam tampungan.
2. Besarnya debit akibat adanya perumahan adalah 1,45 m³/det yang akan ditampung sementara oleh kolam tampungan di dalam kawasan perumahan.
3. Tinggi timbunan yang dibutuhkan untuk kawasan perumahan Green Mansion Residence untuk dapat mengalirkan secara gravitasi adalah 2,10 m (+7,302) dari jalan desa (+5,402).
4. Kondisi sungai sebelum adanya perumahan Green Mansion Residence pada saat terjadi hujan tidak meluap atau muka air sama dengan tinggi tanggul. Debit yang masuk Afvoer Cantel dari DAS sebelum ada perumahan adalah 0,28 m³/det. Dengan perencanaan sistem drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence, limpasan air hujan ditampung kolam tampungan dan saluran-saluran di kawasan perumahan dan pengaliran yang telah direncanakan mengalir secara gravitasi, sehingga kawasan perumahan Green Mansion Residence tidak memberikan pengaruh terhadap kapasitas sungai Afvoer Cantel.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, **“Hidrolika Saluran Terbuka”**, Srikandi, Surabaya, 2005.
- Harto, Sri, **“Analisis Hidrologi”**, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1989.
- Iowa Department of Transportation Office of Design, Design Manual, Chapter 4 Drainage, **“The Rational Method”**, 2004.
- Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Diktat Kuliah Drainase, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, 2006.
- Mott MacDonald Ltd, Cambridge, UK dan PT. Tricon Jaya **“Surabaya Master Plan Drainage”**, Pemerintah Kota Surabaya, 1999.
- Newaygo County Drain Commissioner 1.Subdivision Drainage Rules And Storm Water Design Criteria,”**Appendix 5.5 – Rational Runoff Coefficients”**, 2006.
- P. Waniellista, Martin, **“Stromwater Management Quantity and Quality”**, Ann Abror Science Publiser. Inc.
- Soewarno, **“Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data”** , Nova.
- Soemarto, CD, **“Hidrologi Teknik”**, Erlangga, Jakarta, 1999.
- S. Gupta, Ram, **“Hydrology and Hydraulic System”**.
- Subarkah, I, **“Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air”**, Idea Dharma, Bandung, 1980.
- Suripin, **“Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan”** , Andi, Yogyakarta, 2004.
- Suripin, 2003.**Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan**. Yogyakarta : Andi
- C.D. Soemarto, 1999. **Hirologi Teknik**, Edisi – 2. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Soewarno, 1995 . **Hidrologi Jilid 1**, nova, Bandung.

Subarkah Imam 1980. **Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air**. Bandung, Penerbit Idea Dharma Bandung.

Sholeh M. **Diktat Hidrologi**, Surabaya, ITS.

Kensaku Takeda dan Suyono Sosrodarsono. 2003. **Hidrologi Untuk Pengairan** Jakarta : PT Pradnya Paramita

Soewarno. 1995 **hidrologi Aplikasi statistic Untuk Analisa Data, Jilid I** , Nova Bandung.

BIODATA PENULIS

Wahyu Indra Kusuma



Penulis lahir di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 20 Agustus 1990, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Menempuh pendidikan informal dilingkungan dimanapun penulis berada selama seumur hidupnya untuk belajar menjadi manusia yang bisa memanusiakan manusia lainnya, dan pernah menempuh pendidikan formal di TK Handayani Semampir – Surabaya (1995-1996), SDN Ujung XV Jalan Rawa Surabaya (1996-2002), SMP Wachid Hasyim I Pusat Surabaya (2002-2005), SMA Wachid hassyim I Pusat Surabaya (2005-2008), Setelah lulus Penulis melanjutkan pendidikan Diploma 3 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil angkatan 2008. Dan penulis melanjutkan pendidikan Sarjana pada jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui Program Lintas Jalur dan terdaftar dengan NRP 3112106037.

Di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya, penulis adalah Mahasiswa Program Sarjana (S1) dengan bidang Studi Hidroteknik.

Contact Person:

Email : indra.wahyu.we@gmail.com